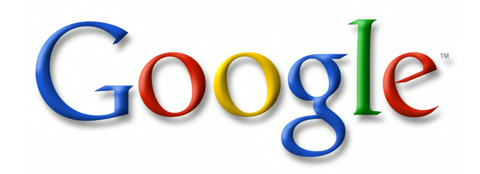
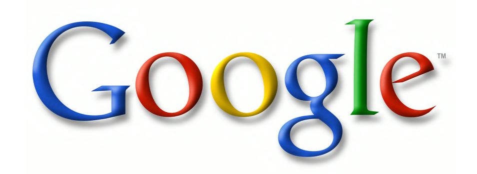














ZWÖLF VORLESUNGEN

ÜBER DEN BAU DER

NERVÖSEN CENTRALORGANE.

FÜR ÄRZTE UND STUDIRENDE

VON

DR. LUDWIG EDINGER,
ARZT IN FRANKFURT AM MAIN.

ZWEITE UMGEARBEITETE AUFLAGE.

MIT 133 ABBILDUNGEN.



LEIPZIG,
VERLAG VON F.C.W.VOGEL.
1889.

Vorwort zur ersten Auflage.

Die folgenden Vorlesungen wurden im Winter 1883/84 vor einem Auditorium von praktischen Aerzten gehalten. Es war die Aufgabe des Vortragenden, Zuhörer, die im Allgemeinen mit den gröberen Formverhältnissen des Gehirnes vertraut waren, mit dem Wichtigsten bekannt zu machen, was über die feineren Verhältnisse ermittelt war. Es galt vor Allem diese Verhältnisse so darzustellen, dass sie, soweit dies bislang möglich, als ein Ganzes erschienen. Vieles Controverse konnte nur angedeutet werden, da und dort konnte bei zweifelhaften Punkten oft nur eine Auffassung Erwähnung finden, diejenige, welche mir nach eigenen Untersuchungen oder nach der Ansicht guter Autoren als die richtigste erschien.

Hier läge ein wunder Punkt der folgenden Darstellung, wenn sie irgendwie die Prätension hätte mehr sein zu wollen, als eine Einführung in die Lehre vom Bau des Centralnervensystems. Wer sich näher über das Gebiet unterrichten will, findet in der ausgezeichneten Darstellung von Wernicke, findet namentlich in den vorzüglichen Arbeiten von Meynert und Flechsig was er zunächst sucht und braucht. Ausserdem besitzen wir in der Bearbeitung des Quain-Hoffmann'schen Handbuches von Schwalbe eine sehr klare und ausführliche Darstellung des neueren Standpunktes der Hirnanatomie. Mit grossem Vortheil wird der Weiterstrebende auch die Darstellungen Henle's, die durchweg auf eigener Anschauung und Untersuchung basiren, benutzen. An der Hand dieser Bearbeitungen unseres Gebietes wird er leicht den Weg zu weiteren Quellen, zu den Arbeiten von B. Stilling, Kölliker, Gudden, Clarke und Anderen finden.

Der Verfasser hat bei seinen eigenen Arbeiten, deren ausführlichere Publikation noch nicht erfolgen kann, wesentlich die von Flechsig eingeführte Methode der Untersuchung befolgt und ist da und dort zu neuen, vom bislang Bekannten abweichenden Ansichten gekommen. Er hat aber geglaubt, in diese kleine Schrift die Resultate seiner eigenen Unter-

suchungen nur soweit einführen zu dürfen, als er sie geben konnte ohne eine weitläufige Begründung und zahlreiche Abbildungen, die dem Plan und der Anlage der vorliegenden Schrift widersprochen hätten.

Autorennamen wurden, da eine Vollständigkeit im Rahmen der Vorträge nicht zu erreichen war, durchweg nicht oder fast nicht genannt; dagegen habe ich mich bemüht, in dem einleitenden Vortrag dem Verdienste der Männer gerecht zu werden, die den Bau schufen, dessen Grundlinien im Folgenden vorgeführt werden sollen.

Der Verfasser ist sich, wie Alle, die selbst auf dem schwierigen Gebiete der Hirnanatomie mit Hand angelegt haben, vollauf bewusst, dass es nur recht wenige Facta sind, die ganz fest stehen, dass kein Gebiet der Anatomie mehr dem Wechsel unterworfen sein wird, als das hier Vorgetragene. Er will deshalb schon jetzt, vor der Lektüre des Büchleins, den Leser darauf aufmerksam machen, dass möglicher Weise die eine oder andere Linie etwas allzu sicher und fest eingezeichnet wurde. Mit Absicht, nur im Interesse didaktischer Klarheit, ist das nirgends geschehen.

Frankfurt a. M., im Mai 1885.

Der Verfasser.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Die Darstellung vom Baue des centralen Nervensystems, welche hier zum zweiten Male vor den Leserkreis tritt, hat eine Aenderung in vielen, eine Vermehrung in einigen Punkten erfahren.

In den letzten vier Jahren ist auf dem hier in Betracht kommenden Gebiete viel Neues zu Tage gefördert worden. Das Wichtigste davon aufzunehmen und in die Gesammtdarstellung einzuordnen erschien als die nächste Aufgabe. Die Kapitel von der Histologie und von der Histogenese sind ganz neu bearbeitet. An vielen Stellen ist nicht Neues aufgenommen, sondern Altes neu dargestellt (Fornix, Ammonshorn u. A.).

Fortgesetzte Beschäftigung mit dem Gehirn hat den Verfasser in manchen Punkten zu neuen Anschauungen kommen lassen. Demgemäss sind namentlich die Abschnitte, welche vom Oculomotorius, vom Acusticus und von der Faserung des tiefen Markes handeln, ganz neu bearbeitet. Die Ergebnisse der kurz vor dem Erscheinen dieses Buches veröffentlichten Abhandlung über den centralen Verlauf der Bahnen, welche in den hinteren Wurzeln enthalten sind, wurden noch berücksichtigt. Deshalb konnte der Bauplan des Rückenmarkes um vieles einfacher und verständlicher vorgetragen werden, als es in der früheren Auflage der Fall war.

Dem von verschiedenen Seiten geäusserten Wunsche, dass die kleine Schrift für solche, welche unter ihrer Führung praktisch arbeiten wollten, brauchbarer gemacht würde, ist dadurch Rechnung getragen, dass die Zahl der abgebildeten Schnitte vermehrt und die Schilderung einzelner Regionen ausführlicher gestaltet wurde.

Neu aufgenommen ist eine wesentlich auf eigenen Untersuchungen beruhende Darstellung der Grundzüge der vergleichenden Anatomie des Centralnervensystems. Diese Vermehrung, welche gestattet, das Makroskopische überall unter mehr allgemein morphologischen Gesichtspunkten

zu betrachten, soll auch denen, welche selbständig weiterarbeiten wollen, eine erste Einführung in diesen wichtigen Theil der Hirnanatomie sein. Noch kann keine zusammenfassende Darstellung des feineren Gehirnbaues in der Thierreihe gegeben werden, doch wird der Leser an vielen Stellen des Buches hierher Gehöriges zerstreut finden.

Schon jetzt, wo in Folge der bis vor Kurzem noch unzulänglichen Methoden noch recht wenig vom Gehirne niederer Wirbelthiere bekannt ist, erkennt man, dass eine eingehende Berücksichtigung der dort vorliegenden Verhältnisse es ermöglichen wird, viel weiter in den feineren Bau einzudringen, als man es vermochte, so lange das Säugergehirn allein das Hauptobject der Untersuchungen bildete.

Es muss eine Anzahl anatomischer Anordnungen geben, die bei allen Wirbelthieren in gleicher Weise vorhanden sind, diejenigen, welche die einfachsten Aeusserungen der Thätigkeit des Centralorgans ermöglichen. Es gilt nur immer dasjenige Thier oder diejenige Entwicklungsstufe irgend eines Thieres ausfindig zu machen, bei der dieser oder jener Mechanismus so einfach zu Tage tritt, dass er voll verstanden werden kann. Hat man das Verhalten einer solchen Einrichtung, eines Faserzuges, einer Zellanordnung, nur einmal irgendwo ganz sicher gestellt, so findet man sie gewöhnlich leicht auch da wieder, wo sie durch neu Hinzugekommenes mehr oder weniger undeutlich gemacht wird.

Das Auffinden solcher Grundlinien des Hirnbaues aber scheint die nächstliegendste und wichtigste Aufgabe der Hirnanatomie. Kennen wir nur erst einmal sie, so wird es leichter sein, die complicirten Einrichtungen zu verstehen, mit denen das höher organisirte Gehirn arbeitet.

Frankfurt a. M., im Mai 1889.

Edinger.

INHALTSVERZEICHNISS.

Erste Vorlesung.

Ueberblick über die Geschichte und die Methoden der Erforschung der nervösen Centralorgane.

Meine Herren! Die Anatomie des Centralnervensystems, mit deren Grundzügen Sie diese Vorlesungen bekannt machen sollen, hat seit der Renaissance der anatomischen Wissenschaft das Interesse zahlreicher Forscher lebhaft in Anspruch genommen. Vesalius, Eustachio, Aranzio, Varolio, Fallopia haben die Grundlagen geschaffen, auf denen in späteren Jahrhunderten weiter gebaut werden konnte. Im 17. Jahrhundert erschienen schon grössere Monographien, welche mit Rücksicht auf die damalige Untersuchungstechnik fast als erschöpfend zu bezeichnen sind, so die Bücher von Th. Willis und von Raim. Vieussens. Immerhin konnte Willis noch Gebilde wie die Streifenhügel, die vordere Commissur, die Pyramiden und die Oliven als neu beschreiben. Wichtige Beiträge zur Hirnanatomie gaben damals noch F. D. Sylvius, J. J. Wepfer und van Leuwenhoeck, welcher letztere zuerst mikroskopische Untersuchungen des Gehirns anstellte. V. Malacarne in Italien, S. Th. v. Sömmering in Deutschland, Vicq d'Azyr und Rolando in Frankreich trugen gegen Ende des vorigen Jahrhunderts wesentlich zur Vertiefung unseres Wissens vom Gehirn bei.

Als unser Jahrhundert anbrach, war der allgemeinen Formbeschreibung der Organe des Centralnervensystems kaum noch etwas Wesentliches zuzufügen. Trotzdem war man in dem, was wir heute als den wichtigsten Theil der Lehre vom Bau des Centralnervensystems bezeichnen müssen, in der Kenntniss vom feineren Zusammenhang der Theile, vom Faserverlauf, kaum vorwärts gekommen. Auch die vergleichend anatomischen Untersuchungen, die man gerade in den ersten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts aufnahm, brachten diese Lehre nicht vorwärts. Was noch auf wesentlich makroskopischem Wege zu erreichen war, haben Reil, Gall und Spurzheim, F. Arnold, C. B. Reichert, Foville, Burdach u. A. geleistet.

Namentlich Reil, der zuerst die künstliche Härtung des Gehirnes als vorbereitendes Mittel allgemein geltend machte, hat bereits eine grosse

Anzahl anatomischer Facta, die nicht gerade auf der Oberfläche liegen, richtig gesehen. Als seine wichtigsten Entdeckungen muss man die Bildung des Stabkranzes und des Hirnschenkelsystemes bezeichnen, deren Beziehungen zu der sie durchquerenden Balkenfaserung er zuerst erkannte; die Schleife und ihr Ursprung aus den Vierhügeln, der Linsenkern, die Insel und vieles Andere haben erst seit seinen Untersuchungen Aufnahme in die Anatomie gefunden.

So recht wie ein Markstein steht am Ausgangspunkt dieser älteren Periode Burdach's Buch „Vom Bau und Leben des Gehirnes", das, 1819 erschienen, alles bis dahin Geleistete treu zusammenfasst und vieles Neue klärend hinzufügt.

Man bediente sich, bis zur Mitte unseres Jahrhunderts etwa, ganz vorwiegend der anatomischen Zergliederung mit dem Messer und der Abfaserung gehärteter Gehirnstücke mit der Pincette. Gall, Burdach, Reil, F. Arnold, Foville haben unter Benutzung der letzteren Methode viel Neues entdeckt. Tiedemann's und Reichert's Verdienst ist es wesentlich, dass man auf dem Wege der Entwicklungsgeschichte die allgemein morphologischen Verhältnisse besser verstehen lernte.

Seit aber Ehrenberg (1833) dargethan hatte, dass das „Seelenorgan" aus zahllosen allerfeinsten „Röhrchen" zusammengesetzt sei, seit Remak die Ganglienzellen genauer beschrieben (1838) und Hannover (1840) deren Zusammenhang mit den Nervenfasern nachgewiesen hatte, war es offenbar, dass die einfache Zerfaserung nicht im Stande sein könne, die erstrebte Einsicht in den Bau und Zusammenhang der Centralorgane zu verschaffen. Es ist das grosse Verdienst von B. Stilling, eine neue Methode eingeführt und geübt zu haben: die Anfertigung von dünnen Schnitten oder vielmehr ganzen Schnittserien, die in verschiedenen, aber bestimmten Richtungen durch das Organ gelegt werden.[1] Die so erhaltenen Präparate wurden genau durchforscht, ihre Bilder combinirt und so die Anordnung und der Aufbau des centralen Nervensystems reconstruirt. Durch diese Methode und durch die Studien, die er unter ihrer Benutzung anstellte, hat Stilling die Grundlage für die moderne Anatomie des Rückenmarks, der Oblongata, des Pons und des Cerebellum geschaffen. Am 25. Januar 1842 liess Stilling bei einer Kälte von —13° R. ein Stück Rückenmark frieren und machte dann mit dem Scalpell einen mässig feinen Querschnitt durch dasselbe. „Als ich diesen", schreibt er, „unter das Mikroskop brachte und bei 15facher Linearvergrösserung die prächtigen Querfaserstrahlungen (centralen Nervenbahnen) sah, da hatte ich einen Schlüssel gefunden, der die Gemächer zu dem wunderbaren Bau des Rückenmarks öffnete. Nicht froher hatte Archimedes sein εὕρηκα gerufen, als ich bei jenem Anblick ausrief."

1) Schon vor Stilling fertigte man dünne Schnitte des Centralnervensystems an (z. B. Rolando 1824), aber die Reconstruction der Organe mittels der Combination ausgedehnter Schnittserien versucht zu haben ist wesentlich Stilling's Verdienst.

Die Stilling'sche Methode ist die auch jetzt noch am meisten verwendete zur Untersuchung des Centralnervensystems. Sehr erleichtert wird ihre Anwendung durch die vorzügliche Härtung, welche nach den Angaben von Hannover und von Eckhardt die verdünnte Chromsäure und die Lösungen von chromsauren Salzen an den nervösen Centralorganen hervorbringen. Die Schnitte werden mittelst Rasirmessern aus freier Hand oder besser mit Mikrotomen gemacht, welche ein viel exacteres Schneiden und grössere gleichmässigere Schnitte ermöglichen. Um die Construction von hierzu geeigneten Mikrotomen haben sich Welcker, Rivet, Weigert, Thoma, Gudden, Schiefferdecker u. A. verdient gemacht. Man kann jetzt ein ganzes menschliches Gehirn in eine Serie lückenloser Querschnitte von weniger als 1/10 mm Dicke zerlegen.

Die erhaltenen Abschnitte können ungefärbt untersucht werden. Alles, was Stilling gefunden, wurde an solchen ungefärbten Präparaten gesehen.

Zweckmässiger aber ist es, sie zu färben. Es ist Gerlach's Verdienst, zuerst (1858) auf die Vortheile aufmerksam gemacht zu haben, welche man durch Tränken der Präparate mit Carmin erhält. Die spätere Zeit hat noch manche Färbemethoden hervorgebracht, namentlich wurden Anilinfarben (Nigrosin u. A.) benutzt. Aber wir haben erst in neuester Zeit durch Golgi (1883) eine Methode erhalten, welche für Ganglienzellen mehr leistet, als die alte Gerlach'sche. Dieselbe beruht auf der Herstellung eines Silberniederschlages auf den Zellen und ihren Ausläufern. Der Faserverlauf im nervösen Centralorgan wird durch Carminfärbung nicht sehr viel deutlicher. Dagegen gelingt es durch eine ausgezeichnete von Weigert (1884) herrührende Methode der Hämatoxylinfärbung, auch die feinsten Fäserchen tief blauschwarz zu färben und so der Stilling-schen Methode folgend ihren Verlauf leichter zu erforschen, als es früher möglich war.

Die gefärbten Schnitte werden seit den diesbezüglichen Angaben von Clarke (1851) in Alkohol entwässert und dann durch ein ätherisches Oel oder Xylol durchsichtig gemacht. Auch ungefärbte Schnitte enthüllen alle Feinheiten ihres Faserverlaufs, wenn man sie nach Henle und Merkel mit Xylol durchsichtig macht. Doch gelingt das nicht immer. Schöne Bilder kann man auch durch die Vergoldung der Nervenfasern (Gerlach, Flechsig, Freud u. v. A.), dann durch Osmiumsäurebehandlung (Exner) erhalten.

Der Stilling'schen Methode sind die meisten Forscher gefolgt, welche in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts das Centralnervensystem untersuchten. Ich werde am Schlusse jeder Vorlesung Ihnen die Namen derer mittheilen, welchen wir das Wichtigste in der Erkenntniss des dort behandelten Hirntheiles verdanken. Aber heute schon müssen Sie sich merken, dass wir zwei Männern, Stilling und Meynert, das Allermeiste verdanken, was wir vom feineren Bau des Gehirnes und Rückenmarkes wissen, dass alle neueren Arbeiter von dem ausgegangen sind, was jene schufen.

Benedict Stilling hat die ganze Grundlage unseres Wissens von der Brücke, dem Kleinhirn, dem verlängerten Marke und dem Rückenmarke gelegt durch eine Reihe grossartig angelegter und von nicht wieder erreichtem Fleisse zeugender Werke, die sicher ein monumentum aere perennius des grossen Casseler Arztes bleiben werden.

Meynert aber hat nicht nur alle Gebiete des Hirnes und Rückenmarkes systematisch auf Schnitten und abfasernd durchgearbeitet und dabei mehr Thatsachen neu entdeckt, als, Stilling ausgenommen, irgend ein früherer Forscher, sondern er hat auch in wahrhaft genialer Conception auf Grund der feineren Anatomie eine Theorie des Hirnbaues aufgestellt, welche auf die Anatomie und auf die Psychologie in gleichem Maasse bis heute fruchtbringend und zu Neuem anregend fortwirkt.

Es liegt im Wesen der Stilling'schen Methode begründet, dass die Verfolgung einer Nervenbahn auf lange Strecken hin nur sicher und möglich ist, so lange die sie zusammensetzenden Fasern nicht durch Ganglienzellen unterbrochen werden oder aus der Schnittebene abbiegen, so lange sie nicht in ein Fasergewirr eingehen oder sich aus einem Bündel in zahlreiche sich zerstreuende Fäserchen spalten. Auch im Rückenmark der kleinsten Thiere kommt kaum eine Faser vor, deren ganzer Verlauf in einer Schnittebene zu übersehen wäre, ja es ist geradezu die Regel im Centralnervensystem, dass die Bahnen von der Peripherie bis zum Centrum durch eingeschaltete Ganglienzellen unterbrochen, durch häufigen Faseraustausch schwer verfolgbar gemacht werden.

Man hat sich daher, nachdem man namentlich durch Stilling's Arbeiten angefangen hatte, sich etwas auf dem schwierigen Gebiete zu orientiren, nach weiteren Methoden umgesehen, welche ein Auffinden und Verfolgen der Faserbahnen gestatten. Bekanntlich hat Waller 1852 gezeigt, dass durchschnittene Nerven in ganz bestimmten Richtungen degeneriren. Nun fand Türk schon vorher (1850), dass auch die Unterbrechung der Leitung im Rückenmark zu Degenerationen führte, die nach aufwärts sich in anderen Fasersträngen fortpflanzten, als nach abwärts. Es gelang durch seine Arbeiten, sowie die von Bouchard, von Flechsig, Charcot, Monakow und vielen Anderen nachzuweisen, dass im Rückenmark und im Gehirn ganz bestimmte Fasergebiete an immer den gleichen Stellen liegen, Fasern, welche, wenn sie degenerirt sind, auf die ganze Länge ihres Verlaufes hin sich vom gesund gebliebenen Gewebe abheben und so leicht ihrer Richtung entlang verfolgt werden können. Das Studium dieser secundären Degenerationen ist seitdem wichtig für den Fortschritt der uns beschäftigenden Lehre geworden. Seine Verfolgung verspricht noch reiche Ausbeute.

Das Fasergebiet, in dem eine solche Degeneration sich constant fortzupflanzen pflegt, nennt man auch ein Fasersystem. Eine Anzahl von Rückenmarkskrankheiten befallen, im Anfange ihres Auftretens oder immer, nur bestimmte Systeme, z. B. nur die Hinterstränge des Rückenmarks. Man nennt sie Systemerkrankungen. Auch die Untersuchung solcher System-

erkrankungen kann zur Erkenntniss des Faserverlaufes benutzt werden (Flechsig, Westphal, Strümpell). Durch genaues Studium pathologischer Veränderungen haben ferner noch Charcot und seine Schüler, besonders Pitres, Féré, Ballet, Brissaud u. A. befruchtend auf die Hirnanatomie gewirkt.

Zuweilen gewähren Missbildungen die Möglichkeit, die eine oder die andere Bahn leichter zu erkennen, als dies im normalen Gehirn möglich ist. So konnten Onufrowics und Kaufmann Fälle von Balkenmangel untersuchen, in denen, eben durch den Ausfall der Balkenfasern, andere Züge im Gehirn mit bisher nicht bekannter Deutlichkeit hervortreten.

Es lag nahe, absichtlich ganz bestimmte Theile der Wurzeln oder des Rückenmarks z. B. zu durchschneiden und so durch die willkürlich erzeugte secundäre Degeneration weiter in den Bau einzudringen. Solche Versuche wurden viele gemacht und manches Wichtige verdanken wir den Experimentatoren, welche so vorgingen. So wurden beispielsweise durch die Durchschneidungsversuche von Singer und von Schiefferdecker unsere Kenntnisse vom Verlauf der Nervenwurzeln im Rückenmark sehr bereichert.

Wenn man bei neugeborenen Thieren periphere oder centrale Nervensubstanz operativ entfernt, so entwickeln sich mit den verletzten Stellen im Zusammenhang stehende Fasern nicht weiter, gehen allmälig sogar ganz zu Grunde, wahrscheinlich weil die Markscheidenentwicklung sistirt wird. Diese Erfahrung hat Gudden (1870) benutzt, um uns mit einer neuen und viel versprechenden Untersuchungsmethode zu beschenken. Er hat beispielsweise die nach Exstirpation eines Auges im Gehirn entstehenden Atrophien auf Schnitten etc. verfolgt und so die nächsten centralen Endigungen des betreffenden Sehnerven aufgefunden. Wo immer sonst noch am Gehirn er experimentirt und nachträglich untersucht hat, überall hat er Neues und Wichtiges zu Tage gebracht. Ausser Gudden verdanken wir namentlich Mayser, Ganser, Forel, Monakow und Löwenthal wichtige mit dieser Methode gewonnene Kenntnisse über den Faserverlauf im Rückenmark, die Ursprungsart verschiedener Hirnnerven, den Verlauf der Schleife im Gehirn u. v. A.

Zuweilen bieten sich Fälle, wo die Natur gleichsam selbst ein Gudden'sches Experiment am Menschen angestellt hat. So konnte ich einmal die atrophischen Nervenbahnen, welche nach intrauteriner Amputation eines Armes zurückgeblieben waren, bis hoch hinauf in das Rückenmark verfolgen; ein andermal hatte ich Gelegenheit, das Nervensystem eines Kindes zu untersuchen, das vor oder doch bald nach der Geburt eine ausgedehnte Erweichung der Scheitellappenrinde bekommen hatte. Im Rückenmark fehlte die gekreuzte Pyramide ganz. Wenn später im Leben Trennungen peripherer Nerven vorkommen, wie das bei Amputationen geschieht, so werden die centralen Veränderungen nicht so deutlich, dass sie für das Studium des Faserverlaufes im Centralorgan bislang verwendet werden konnten. Es hat aber die Untersuchung solcher „Amputationsrücken-

marke“ durch Friedländer und Krause Aufklärung über die Zusammensetzung der Wurzeln und Spinalganglien gebracht.

Die Lehre vom Faserverlauf hat durch die Methode der secundären Degenerationen und Atrophien einen guten Schritt vorwärts gethan. Noch förderlicher aber wurde ihr eine neue Methode, welche sich auf die Untersuchung der Markscheidenentwicklung gründete.

Es gebührt das Verdienst, diese Methode, welche mir als die heute fruchtbringendste und meistversprechende erscheint, in die Forschung eingeführt und mustergültig ausgenutzt zu haben, P. Flechsig. In einer

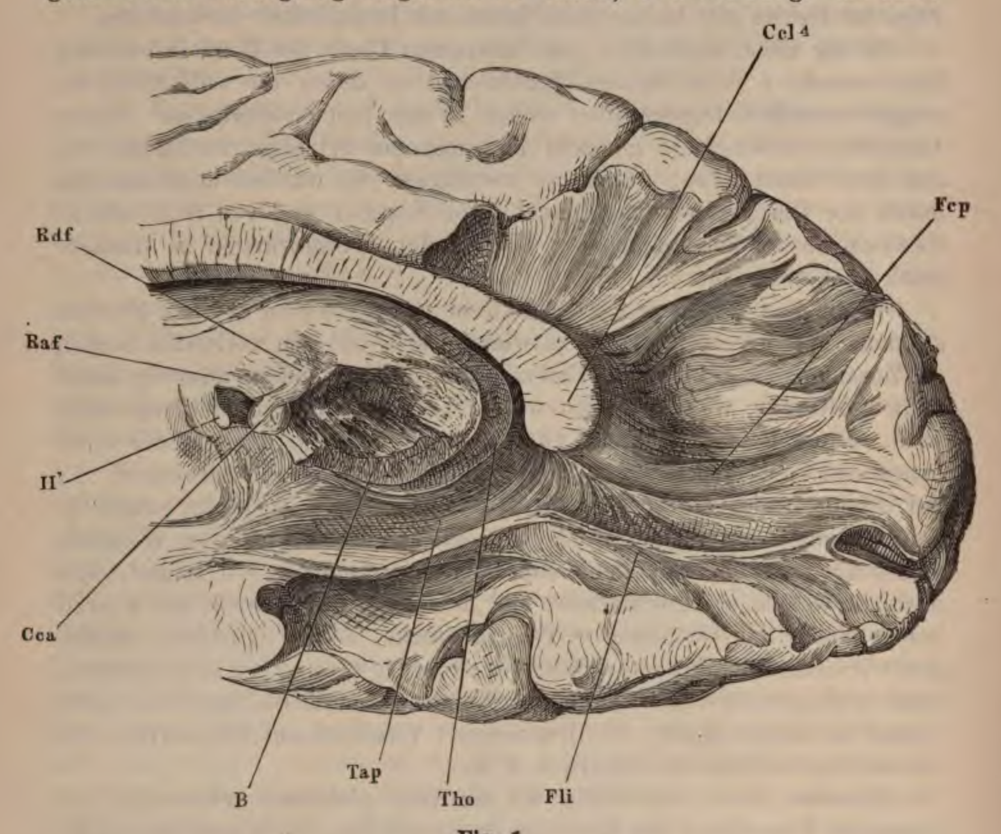


Fig. 1.
Die Faserung des Balkens, durch Abbrechen des erhärteten Präparates mit der Pincette dargestellt, nach Henle.

Reihe von Mittheilungen (1872—1881), dann in einem grösseren Werk über die Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark (1876) hat er gezeigt, dass die verschiedenen Faserzüge, welche auf dem Schnitt durch das Centralorgan des Erwachsenen so gleichartig aussehen, in der Embryonalzeit sich sehr wesentlich dadurch unterscheiden, dass sie zu verschiedener Zeit ihr Nervenmark bekommen. Ganze „Systeme“ auf dem Rückenmarksquerschnitt sind noch durchsichtig zu einer Zeit, wo andere bereits weiss, markhaltig geworden sind. Die Verfolgung der weissen Partien auf Quer-

und Längsschnitten ist sehr viel leichter, giebt sehr viel sicherere Resultate, als die Verfolgung von Nervenfasersträngen am völlig ausgebildeten Organ.

Um Ihnen einen Begriff von den Eigenheiten der einzelnen bislang erwähnten Methoden zu geben, demonstrire ich Ihnen zunächst hier ein Präparat, das durch Abfaserung hergestellt wurde und den Verlauf der Balkenfasern im Grosshirn zeigen soll (Fig. 1).

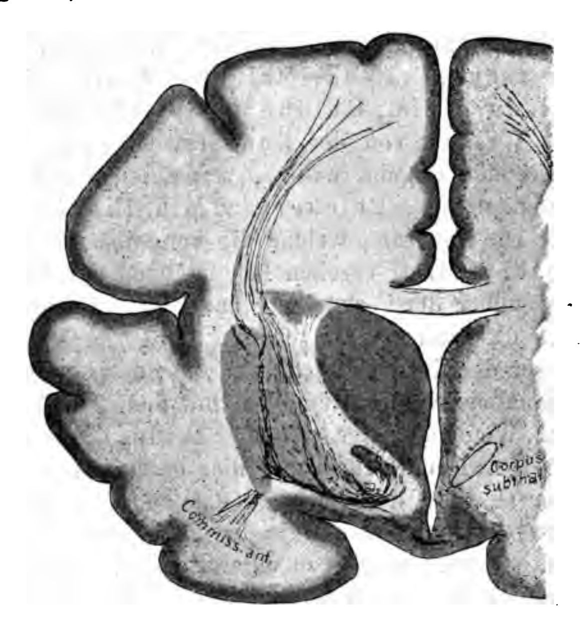


Fig. 2.
Frontalschnitt durch das hintere Ende der Fossa Sylvii am Gehirn einer neunmonatlichen todtgeborenen Frucht angelegt. Die markhaltigen Fasern schwarz gezeichnet. In Wahrheit heben sie sich weiss von grauem Untergrunde ab.

Die folgende Zeichnung ist nach einem Frontalschnitt gefertigt, der durch das Grosshirn einer neunmonatlichen todtgeborenen Frucht gelegt wurde. Das ganze hier abgebildete Gebiet ist beim Erwachsenen von Nervenfasern erfüllt, die in mannigfacher Richtung verlaufend und sich durchkreuzend schwer zu verfolgen sind. Bei unserer Frucht aber ist von all den vielen Fasern des Grosshirns nur der eine als Haubenbahn bezeichnete Strang markhaltig. Nirgends im Grosshirn als an dieser Stelle finden sich markhaltige Nervenfasern. Deshalb ist es F l e c h s i g zuerst gelungen, unter den vielen Bahnen des Grosshirns, die uns zum Theil noch recht wenig bekannt sind, die Haubenbahn als distinctes Bündel zu entdecken und ihren Verlauf zum Theil klar zu stellen.

Die dritte Abbildung stellt einen Schnitt durch den Halstheil eines Rückenmarks dar, das einem Manne entstammt, der vor der Geburt den linken Vorderarm verlor. Sie sehen, dass die graue und die weisse Substanz, namentlich aber die erstere, links stark atrophisch sind. Die genauere Feststellung der Ausdehnung der Atrophie gestattete einen Schluss auf die Lage der centralen Enden der durchtrennten Nerven.

Fig. 3.
Schnitt durch das Halsmark eines 45jährigen Mannes, der mit einem kurzen Amputationsstumpf des linken Vorderarms zur Welt kam.

Das Verständniss für die allgemeine Morphologie des Centralnervensystems ist durch nichts mehr gefördert worden, als durch die vergleichende Anatomie und durch die Entwicklungsgeschichte. Speciell am Gehirn der Fische und Amphibien hat man Fragen von principieller Wichtigkeit zu lösen vermocht. Verdient um die vergleichende Anatomie des Gehirns haben sich namentlich Leuret und Gratiolet, Meynert, Gottsche, Fritsch, Miclucho-Maclay, Rabl-Rückhard, Rohon, Wiedersheim, Guldberg, Spitzka und viele Andere gemacht.

Was wir von der Entwicklungsgeschichte der uns hier interessirenden Organe wissen, verdanken wir wesentlich Kölliker, His, Tiedemann, Reichert, v. Mihalkovics, Götte, Dursy, Löwe.

Die Ausbeute, welche die vergleichende Anatomie für die Lehre vom Faserverlauf ergeben hat, ist nicht so gross, als man erwarten dürfte. Gegenüber der Feststellung und Beschreibung der äusseren Form ist vielfach das Interesse am feineren Bau gering gewesen, obgleich ja eigentlich dieser der Kern und jene nur die äussere Schale ist. Dazu kam die Unzulänglichkeit der Methoden, mit denen man sich lange behelfen musste. Nur Wenige, unter denen Stieda, Mayser, Fritsch, Osborn, Bellonci und Ahlborn hier besonders genannt seien, vermochten in dem Gewirre der Bahnen, das auch bei den niedersten Wirbelthieren bereits vorhanden ist, einzelne Züge klar zu erkennen, einzelne Ganglien und Nervenursprünge zu unterscheiden. Denn so einfach und durchsichtig auch die äusseren Verhältnisse oft bei niederen Wirbelthieren sind, so ist doch der innere Bau, besonders in den hinter dem Zwischenhirn liegenden Hirngebieten, oft kaum minder complicirt als bei den Säugethieren selbst. Die Zellen und Faserzüge, welche den einfachsten motorischen, sensorischen und psychischen Verrichtungen dienen, müssen ja wohl überall dieselben sein und sie sind schon bei den Larven der Cyclostomen, nicht mehr ganz einfach, durchsichtig. Ich habe daher versucht dadurch der Lösung unserer Aufgaben etwas näher zu kommen, dass die vergleichend anatomische Methode mit derjenigen der Markscheidenentwicklung combinirt wurde. Wir können ja jetzt jede einzelne Markscheide färben und verfolgen. In der That gelang es der vergleichend entwicklungsgeschichtlichen Methode bei den Embryonen der niederen Wirbelthiere endlich die gesuchten ganz einfachen Verhältnisse aufzufinden und eine Anzahl Nervenbahnen sicher als allen Wirbelthieren zukommend zu ermitteln.

Sie sehen, meine Herren, der Wege zum Ziele sind viele. Für jede einzelne Aufgabe wird man sich immer neu die Frage vorlegen müssen, welche Methode anzuwenden ist, vor Allem, wo man den einfachsten Verhältnissen zu begegnen erwarten darf. Selten nur wird die Untersuchung von Organen des erwachsenen Menschen zu sicherem Ziel führen, meist wird es nöthig werden, auf irgend einem Wege sich künstlich grössere Einfachheit zu schaffen.

Von Zeit zu Zeit hat man versucht, das, was über die feinere Anatomie des Centralnervensystems bekannt war, in eine schematische Zeich-

nung zu fassen. Die ältesten schematischen Darstellungen der Hirnfaserung, welche mir bekannt wurden, finden sich bei Descartes in dem Tractatus de homine, der 1662 erschien.

Von neueren hierher gehörigen Arbeiten sind namentlich die Rückenmarksschemata von Kölliker, Ludwig, Bidder und Leydig, dann das berühmte Schema von B. Stilling zu nennen. Grössere Gebiete noch umfassen Zeichnungen von Meynert (vom Rückenmark bis zu den Vierhügeln), von Aeby, von Flechsig und von Jelgersma (das ganze Centralnervensystem).

In den folgenden Vorlesungen, meine Herren, wollen Sie an vielen Stellen Wort und Bild auch nur als eine Art Schema betrachten. Sie verfolgen nur den Zweck, Ihnen die wichtigsten Thatsachen aus der Lehre vom Faserverlauf im Centralnervensystem möglichst übersichtlich vorzuführen. Dabei ist vieles Controverse, das sich noch nicht in den Gesammtplan einfügen lässt, nur kurz gestreift, gar manches Detail nicht erwähnt. Ueberall, wo es anging, sind nicht nur die auf rein anatomischem Wege gewonnenen Linien gezeichnet worden, sondern auch die Bahnen, welche aus gut beobachteten pathologischen Facten erschlossen werden konnten. Ein Schema ist nicht immer und überall ein Bild vom Faserverlauf; es ist oft genug nur die graphische Darstellung der Schlüsse, welche aus zahlreichen Beobachtungen gezogen werden konnten.

Ein Schema ist ein schwankes Gebäude; es muss bald da bald dort ausgebessert werden; es wird oft genug des Niederreissens und des Wiederaufbauens einzelner Theile bedürfen. Man hat die Berechtigung bestritten, Schemata aufzustellen auf einem Gebiete, das noch so viele Lücken aufweist, wie unser Wissen vom Bau des Centralnervensystems. Lassen Sie es uns aber mit dem alten Burdach halten, der da 1819 schrieb: „Das Sammeln einzelner Baustoffe ist es doch nicht allein, was Noth thut. In jedem Zeitraume, wo eine neue Masse derselben gewonnen worden ist, mögen wir von Neuem daran gehen, sie zum Gebäude zu fügen. Durch solche Gestaltgebung wird das Fortschreiten des Forschungsgeistes zu neuen Entdeckungen keineswegs gehemmt; vielmehr erfahren wir gerade erst, wenn wir das Ganze überschauen, die Lücken unserer Kenntnisse und lernen einsehen, welche Richtungen die Forschung künftig nehmen muss. Möge der Versuch eines solchen Baues sich immer wiederholen. Keiner geht vorüber, ohne dem Wissen förderlich gewesen zu sein.“

Von neueren Gesammtdarstellungen des Centralnervensystems seien die folgenden erwähnt: Kölliker, Handbuch d. mikrosk. Anat. Leipzig 1854. — Meynert, Vom Gehirne der Säugethiere: Stricker's Handb. d. Lehre von den Geweben. 1870. — Meynert, Psychiatrie. I. Wien 1884. — Henle, Handbuch d. Anatomie d. Nervensystems. Braunschweig 1879. — Luys, Récherches sur le Système nerveux cérebrospinal. Paris 1865. — W. Krause, Handb. d. menschl. Anatomie. I. Bd. Hannover 1876. — Wernicke, Lehrb. d. Gehirnkrankh. I. Cassel 1881. — Schwalbe, Lehrb. d. Neurologie. Erlangen 1881. (Enthält die meiste Litteratur bis 1881.) — Huguenin, Allg. Pathol. d. Krankh. d. Nervensystemes. I. Zürich 1873. — Kahler, Nervensystem in Tolds. Gewebelehre. 2. Aufl. 1888. — Obersteiner, Anleitung beim Studium des Baues der nerv. Centralorg. Wien 1888. — Mendel: Artikel „Gehirn“ in Eulenburg's Realencyklopädie. 2. Aufl. Wien 1886.

Zweite Vorlesung.

Entwicklungsgeschichtliches und Vergleichend-Anatomisches.

Meine Herren! Das hohle Medullarrohr des Wirbelthier-Embryo zeigt schon frühzeitig an der Stelle, wo das Gehirn sich entwickelt, drei bläschenförmige Ausbuchtungen, das primäre Vorderhirn, das Mittelhirn und das Hinterhirn. Das letztere zerfällt bald dadurch, dass im vorderen Theil seines Daches das Cerebellum auftritt, in zwei Theile, das eigentliche Hinterhirn und das Nachhirn. Die Wand, welche vorn das primäre Vorderhirn abschliesst, wird embryonale Schlussplatte genannt. Aus dieser stülpen sich bei fast allen Wirbelthieren früh zwei Bläschen vor, die Hemisphären oder das secundäre Vorderhirn. Diese, welche anfangs sehr unscheinbare kleine Gebilde sind, wachsen bei den Säugern bald enorm aus, krümmen sich nach rückwärts und überdecken so allmälig die meisten anderen Blasen. Sie sitzen schliesslich einer Kappe gleich über dem Zwischenhirn (Thalamus), dem Mittelhirn (Corpora quadrigemina) und dem Hinterhirn (Cerebellum und Pons).

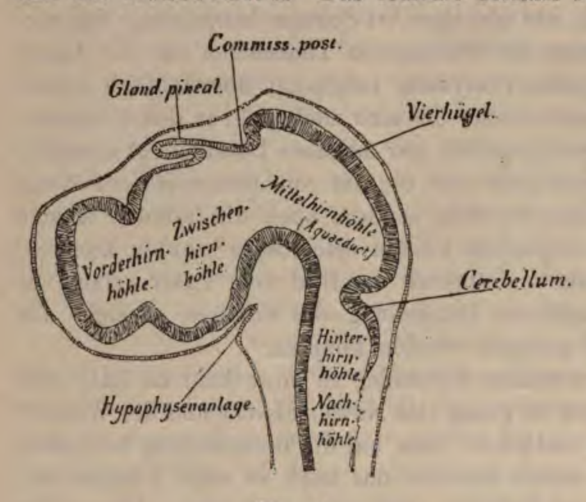


Fig. 4.

Längsschnitt durch den Kopf eines Hühnerembryos von 4½ Tagen. Die 5 Hirnblasen meist deutlich von einander abgegrenzt. Am Dache des Zwischenhirns eine Ausstülpung, welche später zur Glandula pinealis wird. Das Epithel des Gaumens stülpt sich nach der Hirnbasis zu ein und bildet so die erste Anlage eines Theiles der Hypophysis. Nach Mihalkovics.



Fig. 5.

Längsschnitt durch das ganze Gehirn einer neugeborenen Katze; das Zwischen- und Mittelhirn vom Vorderhirn bedeckt. Vergr. 1:2.

Natürlich communiciren die Hohlräume der verschiedenen Gehirnblasen, welche später Ventrikel des Gehirns heissen, trotz dieser Rückwärtsbeugung der vordersten Blase weiter mit einander.

Nach dem Auftreten des secundären Vorderhirnes wird das primäre als Zwischenhirn bezeichnet. Das Dach dieses Zwischenhirnes bleibt zeitlebens fast in seiner ganzen Länge eine einfache Epithelschicht. Da wo es in das Vorderhirn übergeht, wachsen aus der Schädelhöhle reichliche Gefässe herunter, welche diese Epithelplatte vor sich hertreiben. Der so in die Hirnhöhle hineinragende epithelbedeckte Gefässzapfen heisst Plexus choroideus. Da die Hemisphären aus dem Zwischenhirn herausgewachsen sind, so muss ihr innerer Rand in jenen Plexus übergehen. Auf dem Fig. 6 abgebildeten Frontalschnitt durch das Vorderhirn eines frühen menschlichen Embryos wird das deutlich. Auf diesem sehen Sie auch, dass die Höhle des unpaaren primären Vorderhirnes als Ventriculus medius, die der Hemisphären als Ventriculus lateralis bezeichnet wird. Der Plexus choroideus sendet in die Seitenventrikel Ausläufer, Plexus choroidei laterales. Die Stelle, wo die Hemisphärenwand in die einfache Epithelschicht übergeht, wird als Rand der Hemisphäre bezeichnet. Dieser Rand ist in seiner ganzen Länge später durch ein weisses Faserbündel, den Fornix markirt.

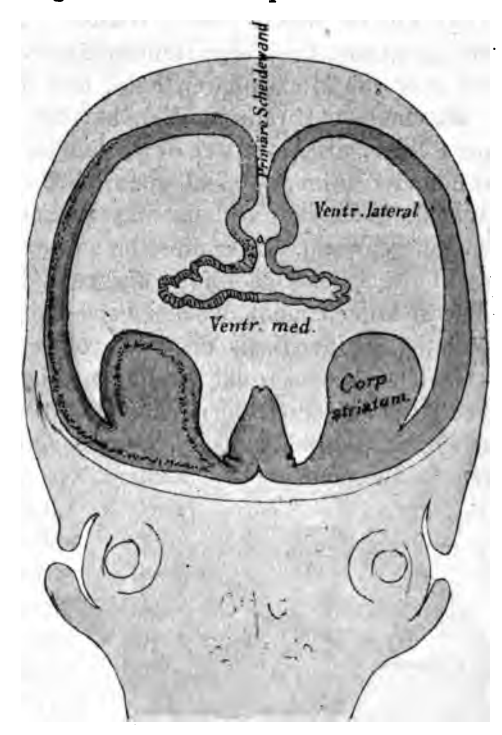


Fig. 6.
Frontalschnitt durch den Kopf eines menschlichen Embryo von $2^1/_2$ Monaten, zeigt die Einstülpung der Vorderhirnblase (etwas schematisirt) und die Anlage des Corpus striatum. Zu beachten ist die Fortsetzung der Rindenschicht in das letztere, wo sie die Aussen- und Innenwand bekleidet.

Wenn die wichtigsten Gebilde des menschlichen Vorderhirns angelegt sind, hat es das in beistehender Figur 7 wiedergegebene Aussehen. Es ist nach hinten ausgewachsen und auch nach unten hat es sich gekrümmt. Da wo innen in den hohlen Raum der Hemisphären das später zu nennende Corpus striatum hineinragt, hat sich die Aussenwand nicht so ausgedehnt, wie an den anderen Vorderhirntheilen. So ist im Verhältniss zur Umgebung dort eine Vertiefung

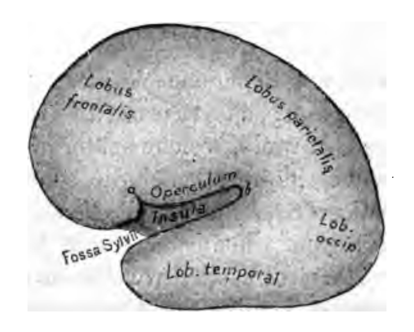


Fig. 7.
Das Gehirn einer menschlichen Frucht aus dem vierten Schwangerschaftsmonate.

aufgetreten resp. zurückgeblieben, die Fissura oder Fossa Sylvii. Leicht kann nun an den Hemisphären auch schon ein vorderer oder Frontallappen, ein hinterer oder Occipitallappen, zwischen beiden ein Parietallappen unterschieden werden. Der nach unten von der Fissura Sylvii liegende Theil der Hemisphärenwand heisst Temporallappen. Innen sind die Hemisphären hohl, und folgt die Ventrikelhöhle natürlich der allgemeinen Hirnform. Man hat den Ventrikeltheil, welcher im Stirnlappen liegt, als Vorderhorn, den im Hinterhauptlappen als Hinterhorn und den im Schläfenlappen als Unterhorn bezeichnet. In diesem Entwicklungsstadium verlangt unser besonderes Interesse noch die mediale Hemisphärenwand. Dass dieselbe an ihrem ventralen Rande überall in das Epithel des Plexus choroides übergeht, haben Sie vorhin erfahren. Das ändert sich auch nicht, wenn sie sich mit dem Schläfenlappen nach unten krümmt. Von der Basis der embryonalen Schlussplatte bis in die Spitze des Schläfelappenns zieht im Bogen diesen Rand bezeichnend der Fornix daher. Im vorderen Theil des Gehirnes entwickeln sich etwas dorsal vom Fornix die Balkenfasern (wahrscheinlich aus einem Stück der embryonalen Schlussplatte). Sie ziehen zwischen beiden Hemisphären in einer Linie dahin, welche zum Fornix in spitzem Winkel steht. Das Stück, das zwischen Balken und Fornix übrig bleibt, das also aus zwei dünnen Blättern der primären Hemisphärenscheidewand besteht, ist das Septum pellucidum. Das sind wichtige Verhältnisse, die ich Sie genau an den gegebenen Abbildungen zu studiren bitte.



Fig. 8.
Innenansicht der auf Fig. 7 abgebildeten embryonalen Hemisphäre; zeigt den inneren unteren Rand der Hemisphäre, welcher zum weissen Markstreif des Fornix verdickt ist. Derselbe wird aber erst nach der Geburt markweiss.

An dem Fig. 8 abgebildeten Schnitte erkennen Sie ein anatomisches Verhältniss, dessen bislang noch nicht gedacht wurde. — Am Boden des Vorderhirnes liegt eine Verdickung der Wand, welche frei in den Ventrikel hineinragt, das Stammganglion, Corpus striatum. Diejenige Schicht der Hirnwand, welche später als Rinde den Grosshirnfasern Ursprung giebt, ist bereits angelegt. Sie sehen nun, dass im Stammganglion eine ganz analoge Schicht vorhanden ist. In der That entspringen beim reifen Thier dort ganz wie in der Rinde Nervenfasern.

Viele Fasern, welche im Vorderhirn entspringen und zu tiefer gelegenen Theilen des Centralnervensystems ziehen, müssen, um dahin zu gelangen, mitten durch das Corpus striatum hindurch. Es wird dies daher von den durchpassirenden Fasermassen in zwei Theile gespalten, in einen äusseren und einen inneren. Man hat den ersteren Nucleus lentiformis, den letzteren Nucleus caudatus getauft. Die Fasermasse zwischen beiden hat den Namen Capsula interna empfangen. Beim Embryo

von 4 Monaten ist die Theilung des Corpus striatum bereits deutlich, der Zusammenhang mit der Hemisphärenrinde aber schon verwischt, Nucleus lentiformis und Nucleus caudatus erscheinen als selbständige graue Massen. Figur 9.

Das Corpus striatum liegt der ganzen Länge des Hemisphärenbodens an. Hinten ist es jedoch sehr schmal und es bleibt eigentlich nur der innere Theil überall nachweisbar, der als **Schwanz des Nucleus caudatus** auf allen Querschnitten durch das Grosshirn getroffen wird. Der äussere Theil, der Nucleus lentiformis, ist bedeutend kürzer. Wie Sie sehen, ragt der Nucleus caudatus frei in den Ventrikel hinein. Auch der Nucleus lentiformis thut es anfangs. Im späteren Embryonalleben aber wird die schmale Spalte zwischen ihm und der Hemisphärenwand so eng, dass sie nicht mehr nachweisbar bleibt. Immer aber kann man die Hemisphärenwand, auch beim Erwachsenen noch, ohne Zerreissung von Fasern vom äusseren Rande des Nucleus lentiformis abziehen. Beim ausgewachsenen Gehirn kommt die Stelle des einstigen Spaltes sogar zuweilen zu wichtiger Geltung. Dort erfolgen nämlich ganz besonders leicht die Hirnblutungen, und die austretende Blutmasse erfüllt, wenn sie noch nicht zu gross ist, den Raum zwischen Hemisphärenwand und Aussenglied des Linsenkerns.

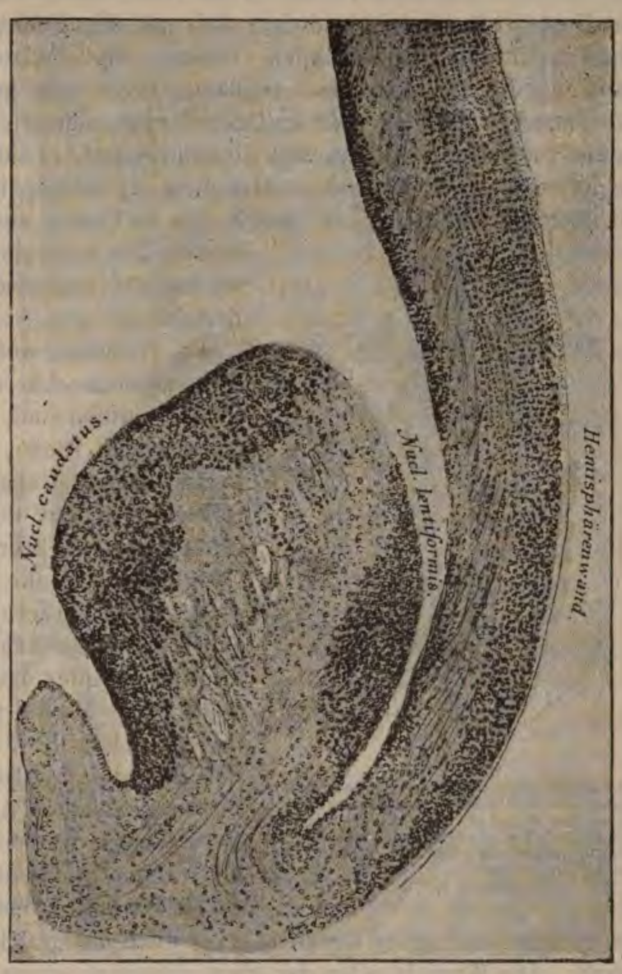


Fig. 9.
Frontalschnitt durch das Corpus striatum eines menschlichen Embryo von 16 Wochen. Zwischen der Anlage des Nucl. caudatus und des Nucl. lentiformis die Capsula interna, in welche auch von aussen Fasern aus der Hemisphärenwand gelangen. Man beachte die Anordnung der Zellen und den Verlauf der Faserung in dieser letzteren.

Schon sehr früh treten die peripheren Nerven auf. Nach der ausser-

ordentlich wichtigen Entdeckung von His lassen sich für die in ihnen enthaltenen Fasern zwei Ursprungsarten nachweisen. Alle motorischen Wurzeln entstehen als Axencylinderfortsätze von im ventralen Theil des Nervenrohrs liegenden Zellen. Jede Zelle sendet ein Fäserchen aus, das an die Oberfläche tritt und dort sich mit den Nachbarfasern zur Bildung eines ventralen Wurzelbündels vereint. Die sensorischen Wurzelfasern, die zumeist dorsal abgehen, haben eine ganz andere Herkunft. Sie entstehen nämlich nicht im Centralorgan, sondern ausserhalb desselben, in den Ganglien, welche neben diesem liegend, es auf seiner ganzen Länge begleiten. Die Zellen dieser Ganglien (Spinalganglien und Ganglien der Hirnnerven) wachsen nach zwei Seiten zu Fasern aus. Eine dieser Fasern tritt in das Centralorgan ein, die andere wächst als sensorischer Nerv nach der Peripherie.

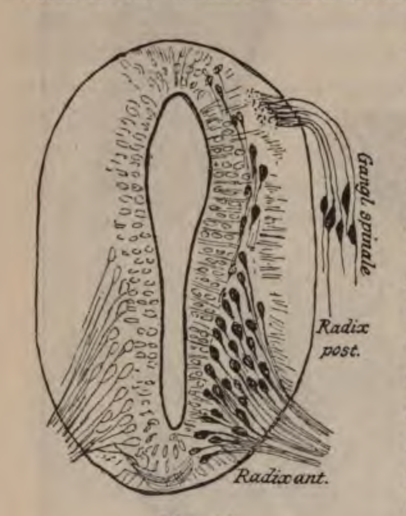


Fig. 10.
Rückenmarksdurchschnitt eines menschlichen Embryos von 4 Wochen. Man sieht ventral die vordere Wurzel aus Zellen des Markes sich entwickeln. Dorsal wächst (nach einer Frucht von $4\frac{1}{2}$ Wochen) die hintere Wurzel aus Zellen des Spinalganglions ein. (Combinirt aus Abbildungen von His.)

Die Ganglien, welche für das periphere Nervensystem eine so wichtige Rolle zu spielen berufen sind, bilden in ihrer ersten Anlage eine Rinne, die sich später zur Leiste schliesst (Ganglienleiste). Diese liegt zu beiden Seiten des Centralorgans und theilt sich schon sehr früh in die einzelnen Ganglien. Aus ihr entsteht neben dem secundären Vorderhirn die Riechgrube, neben dem Zwischen-, Mittel- und Hinterhirn der Complex der Trigeminusganglien; neben dem Nachhirn sieht man aus der Ganglienleiste die Ganglien des Acustico-Facialis, des Glossopharyngeus und des Vagus entstehen. Auch die Gehörgrube, die zwischen diesen liegt, ist wahrscheinlich aus der Ganglienleiste abzuleiten (His, oppos. Beard). Weiter hinten folgen auf die genannten Ganglien der Hirnnerven die Spinalganglien längs des Rückenmarks. Die Wurzeln aller der eben genannten sensorischen Schädelnerven und die hinteren Wurzeln des Rückenmarks wachsen also erst aus den Ganglien in das Centralorgan hinein. Im Rückenmark entspricht im Allgemeinen je eine dorsale sensorische einer ventralen motorischen Wurzel, im Gehirn ist das aber nicht so. Die Gliederung der motorischen Kerne entspricht derjenigen der Gangliencomplexe nur in sehr ungenauer Weise, es kommen der Ganglienleiste mehr Glieder zu, so dass auf einen Gangliencomplex mehrere motorische Nervenkerne fallen.

So, wie ich es Ihnen eben geschildert, entwickelt sich das menschliche Gehirn.

Es bietet nun aber kein geringes Interesse zu untersuchen, in welcher Weise, von den niederen zu den höheren Wirbelthieren fortschreitend, sich

die Entwicklung des Gehirns in der Thierreihe vollzieht. Die Grenzen, die sich diese Vorträge gezogen haben, gestatten es nicht, hier in die oft sehr wichtigen Details der Faserung und des feineren Baues einzugehen. Am leichtesten bekommen Sie eine Uebersicht über die Verschiedenheit der Ausbildung, die bald diesen, bald jenen Hirntheil im Verhältniss hervortreten lässt, wenn Sie die Figuren (11—17) studiren, welche, nach Präparaten gezeichnet, in ganz wenig schematisirter Weise Sagittalschnitte durch die Gehirne aller Wirbelthierklassen zeigen.

Wollen Sie sich zunächst mit dem allgemeinen Schema des Wirbelthiergehirns (Fig. 11) vertraut machen, dann werden Sie leicht die übrigen Abbildungen verstehen. Sie sehen da, dass das primäre Vorderhirn vorn durch eine Ausstülpung des seitlichen Theils der Schlussplatte das secundäre Vorderhirn (Hemisphären) entstehen lässt. Sie erkennen, wie es sich ventral in des Infundibulum ausstülpt, und wie seine dorsale Wand (durch Blutgefässe nach innen gedrängt) den Plexus choroideus bildet. Weiter hinten verlängert das Dach sich dorsalwärts in zwei Säcke, deren vorderer



Fig. 11.
Schema eines Sagittalschnittes durch ein Wirbelthiergehirn.

als Epiphysenpolster, deren hinterer als Epiphysenschlauch bezeichnet wird. Man erkennt dann das Dach des Mittelhirns (Corpus opticum oder Vierhügelplatte) und an diese sich anschliessend die meist gefaltete Platte des Cerebellums. Diese geht dann caudalwärts durch eine dünne Lamelle, das Velum medullare posticum, in den dorsalen Theil des Rückenmarkes über. Der laterale Theil des Zwischenhirns, der Thalamus, bleibt bei der abgebildeten Schnittführung unsichtbar.

Nicht bei allen Thieren wächst aber aus der primären Vorderhirnblase ein secundäres Vorderhirn aus. Bei den Rochen verdickt sich nur ihre frontale Wand zu einem oft ungeheuer grossen massiven Gebilde, welches auch das Stammganglion in sich aufnimmt (Fig. 12). Bei vielen Haien kann man aber schon die kleinen paarigen Ausstülpungen erster Hemisphärenanlagen vor dieser Masse erkennen. Das Vorderhirn der Knochenfische besitzt an der Basis ein mächtiges Stammganglion, Corpus striatum, aber der dorsale Theil der Vorderhirnblase, der

Mantel, Pallium, hat sich nicht über das embryonale Stadium einer einfachen Epithelschicht erhoben. Das Stammganglion ändert nun von den Fischen bis hinauf zum Menschen seine Lage und sein relatives Grössenverhältniss nicht mehr wesentlich. Am gleichen Orte finden wir überall die gleichgebaute Anhäufung von Ganglienzellen, überall entspringt aus ihr



Fig. 12.
Rochengehirn.



Fig. 13.
Sagittaler Medianschnitt durch ein Knochenfischgehirn.



Fig. 14.
Amphibiengehirn. Schema eines Sagittalschnittes.

ein Bündel, das sich caudalwärts wendet und theils im Zwischenhirn endet, theils nach der Oblongata hin weiter zieht (Basales Vorderhirnbündel). Der Mantel aber muss eine grosse Zahl von Uebergangsstufen durchmachen, ehe sich aus der einfachen Epithellage, der wir eben bei den Fischen begegneten, jenes mächtige Gebilde entwickelt, dass wir beim Menschen als Hauptmasse des ganzen Gehirns, als Hemisphären, kennen. Noch bei den

Amphibien, wo zwei grosse, flach eiförmige Hemisphären aus dem primären Vorderhirn hervorwachsen, enthält seine, aus einer äusseren Glia- und inneren Körnerschicht zusammengesetzte Wand nur wenige, unregelmässig vertheilte Ganglienzellen. Bei den Reptilien aber begegnen wir zum ersten Male einer mehrschichtigen Lage von Pyramidenzellen, die den grössten Theil der Oberfläche überzieht, einer wirklichen Hirnrinde. Am besten ist diese in der medialen Wand ausgebildet, und es liegen

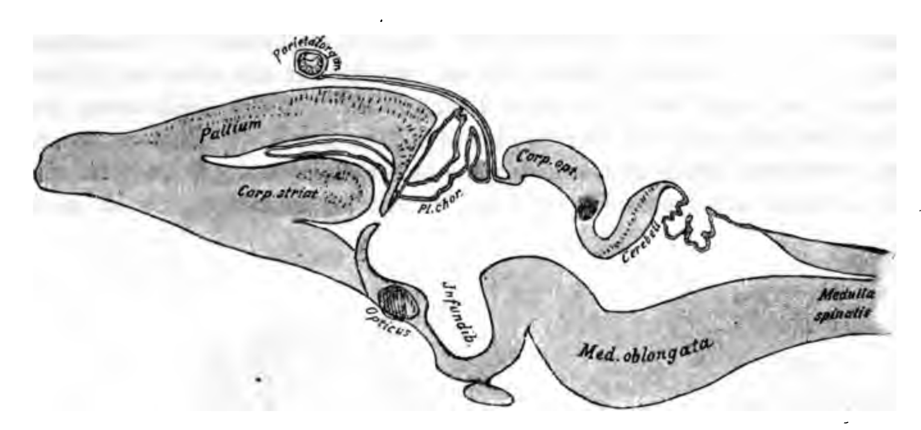


Fig. 15.
Reptiliengehirn. Schema eines Sagittalschnittes.

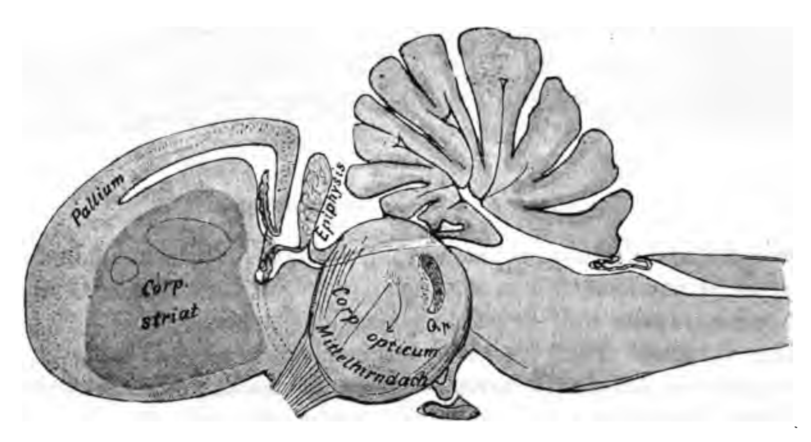


Fig. 16.
Vogelgehirn. Schema eines Sagittalschnittes.

Gründe vor, welche es sehr wahrscheinlich machen, dass diese erste durchgebildet auftretende Hirnrinde der Ammonsformation der Säuger entspricht (Ursprung des Fornix aus derselben und Anderes).

Von jetzt ab aber schlägt die Entwicklung des Vorderhirnes zwei verschiedene Wege ein. Bei den Vögeln entwickelt sich das Stammganglion zu einer bei keiner anderen Thierart erreichten relativen Grösse und Complication, während die Rindenformation keinen wesentlichen Fort-

schritt macht, bei den Säugern aber wird gerade der Mantel mit seiner Rindenlage zu einem mächtigen Gebilde, welches das Stammganglion ganz in der Tiefe verschwinden lässt und auswachsend sich über das caudaler gelegene Zwischen- und Mittelhirn (beim Menschen auch das Hinterhirn) hinweglegt.

Die den Mantel fast allerwärts überziehende Rinde muss sich meist ihrer grossen Ausdehnung halber noch in zahlreiche Falten legen; solche fehlen nur bei den niederen Säugethieren (Lissencephale Säuger), bei allen anderen sind sie mehr oder weniger reichlich vorhanden (Gyrencephale Säuger). Die Anordnung dieser Falten, welche für die einzelnen Thiere constant ist, hängt wohl von zwei Factoren ab: von der Ausdehnung der Hirnrinde, die sich die betreffenden Arten im Laufe der Stammentwicklung erworben haben und von den Maassverhältnissen des Schädelraumes, die natürlich mit jener nicht gleichen Schritt halten müssen, da sie auch



Fig. 17.
Säugergehirn. Schema eines Sagittalschnittes.

noch von anderen Factoren abhängig sind. Der ganze Hirnmantel der Säuger wächst nicht nur nach hinten aus, sondern er krümmt sich auch in einen Bogen ventralwärts. (Auf dem Schema nicht sichtbar.)

Der vorderste Theil der Hemisphäre, der Frontallappen, tritt (Meynert) erst bei den höheren Säugern, namentlich beim Menschen, in gesonderte Erscheinung.

Aus der mächtigen Rindenausbreitung des Säugethiermantels kommt eine sehr grosse Menge von Fasern, der Stabkranz. Diese ziehen aus dem Vorderhirn hinab, um im Zwischenhirn, Hinterhirn und Nachhirn und im Rückenmark zu endigen. Andere mächtige Bündel durchziehen die Hemisphären, einzelne Gebiete ihres Mantels mit einander verknüpfend. Alle diese zusammen bilden unter der Rinde ein grosses Lager weisser Marksubstanz; seine Ausdehnung ist beim Menschen die relativ grösste, bei niederen Säugethieren ist sie nur klein und bei manchen, bei der Maus zum Beispiel, nur ganz unbedeutend. Ausserdem hat sich in der

Rinde bei den Säugern ein reiches Netz markhaltiger Fasern entwickelt, das alle Theile derselben unter einander zu verbinden geeignet ist.

Bei allen Wirbelthieren, von den Cyclostomen bis hinauf zum Menschen, wächst vorn basal aus dem Vorderhirn beiderseits eine Ausstülpung hervor, deren Hohlraum anfangs immer noch mit den Ventrikeln communicirt; das sind die Riechlappen, Lobi olfactorii; sie sind immer von einer besonders gebauten Rinde überzogen, aus der die meist marklosen Fasern des Riechnerven in vielen Bündeln entspringen; nur bei wenigen Thieren (Cyclostomen z. B.) entspringt aus ihnen nur je ein Riechnerv, der sich erst, am Riechorgan angekommen, dann in Aeste theilt. Bei den Säugethieren sondert sich der vorderste Theil der Lobi etwas vom übrigen Gehirn ab und bleibt als Bulbus olfactorius nur durch einen mehr oder weniger langen, Fasern und Zellen führenden Zug, den Tractus olfactorius, mit den eigentlichen Lobi in Verbindung. Bei vielen Säugern, besonders auch beim Menschen, wird der Lobus olfactorius sehr atrophisch, und es bleibt von ihm wenig mehr als der Bulbus und der Tractus an der Unterseite des Gehirns sichtbar übrig.

Das Zwischenhirn ist bei allen Thieren ein langgestreckter Körper, dessen Seitenwände bei niederen Wirbelthieren zwei, bei höheren mehrere „Thalamusganglien“ enthalten und, dadurch verdickt, den Ventriculus tertius zwischen sich zu einem Spalt verengen. Bei den Knochenfischen ist das Mittelhirn so enorm ausgebildet, dass es das Zwischenhirn von oben her vollkommen überdeckt und in die Tiefe drängt. Die Basis des Zwischenhirns stülpt sich immer zu einem, namentlich bei niederen Wirbelthieren sehr mächtigen Infundibulum aus, das übrigens nicht immer mit der Hypophysis verklebt, welche ihm aus dem Rachenepithel durch die Schädelbasis entgegenwächst. Bei vielen Fischen und besonders bei den Selachiern wachsen massenhafte Blutgefässe in den caudalen Theil des Infundibulum ein und bilden, dessen Epithel vor sich hertreibend, den „Saccus vasculosus“, wahrscheinlich ein secernirendes Organ. Das Zwischenhirndach wird vorn vom Plexus choroideus gebildet. Hinten aber verlängert sich das Dach zu einem dorsal und nach vorn gerichteten Schlauche, dem Epiphysenschlauche. Bei einigen Selachiern und bei vielen Reptilien tritt derselbe durch eine Lücke des Schädels hindurch zu einem unter der Haut liegenden Sinnesorgan, das auffallende Aehnlichkeit mit einem Auge hat. Man kann eine Cornea und Linse, eine Retina und eine in und unter dieser liegende Pigmentschicht an diesem unpaaren „Parietalorgane“ erkennen. Seine Entdeckung verdanken wir Graaf und Spencer. Bei den übrigen Wirbelthieren findet man, wenn sie ausgewachsen sind, keinen Zusammenhang mehr zwischen dem Epiphysenschlauche und dem Sinnesorgan. Er hat sich in die Tiefe des Schädels zurückgezogen und es geht dann auch das Parietalauge, wie Uebergangsformen bei Amphibien und Reptilien zeigen, so verloren, dass bei Vögeln und Säugern keine Spur von ihm mehr gefunden wird. Das stumpfe, oft aufgeknäulte Ende des Schlauches bleibt als Knötchen, „Glandula pinealis“, vor dem

Mittelhirn übrig. Eines der Thalamusganglien, das immer nachweisbare Ganglion habenulae ist mit dem der anderen Seite durch eine Commissur verbunden. Diese Commissura Thalami dorsalis bildet vor der Epiphyse noch ein Stück Zwischenhirndach.

Aussen am Zwischenhirn zieht bei allen Thieren der Tractus opticus in schrägem Verlaufe vom Mittelhirn herab zur Basis des Gehirns. Zwischen ihm und dem Zwischenhirn selbst wird bei den Fischen, Amphibien, Reptilien, Vögeln und Säugern ein weiteres Ganglion gefunden, das mehr oder weniger fest in die Thalamusmasse eingebettet ist (Corpus geniculatum laterale). Es stellt eine Ursprungsstelle des Sehnerven dar. Die Hauptmasse dieser Nerven entspringt aber immer aus dem Dach des Mittelhirns. Dieses Dach weist das ganze Thierreich hindurch weniger Veränderungen auf als irgend ein anderer Hirntheil. Nur die relative Grösse wechselt, und wer nur die kleinen Vierhügel des Menschen kennt, wird erstaunt sein, wenn er die ungeheueren Lobi optici eines Fisches oder eines Vogels sieht. Aber der feinere Bau ist immer der gleiche: Aus den dorsalen Schichten der durch eine sagittale Furche etwas von oben her eingedrückten Halbkugel entspringt immer der Sehnerv, aus den ventralen ein sensibles Fasersystem, das tiefe Mark. Das letztere umflicht den Aquaeductus Sylvii und zieht zum grössten Theil als Schleife weiter caudalwärts.

Im caudalen Theil des Mittelhirndaches liegt bei allen Thieren ein eigener Kern, aus dem Fasern sich dem tiefen Mark zugesellen, das Corpus quadrigeminum posterius. Bei den Säugern, wo der vordere Theil des Daches relativ klein bleibt, erreicht dieser „hintere Vierhügel“ fast die Grösse jenes vorderen. Er ist auf allen Figuren durch Schraffirung deutlich gemacht.

Nicht nur bei den Knochenfischen, auch bei den Vögeln hat das Mittelhirndach eine besondere Ausbildung erfahren. Die einfache hohle Halbkugel ist nach beiden Seiten bis zur Hirnbasis hinunter ausgewachsen. So umschliesst das verlängerte Dach noch die Seitentheile.

Da auf einem Sagittalschnitt dieses den Vögeln eigenthümliche Verhältniss nicht zur Ansicht kommt, ist in Fig. 16 das Mittelhirn nicht durchschnitten, sondern so gezeichnet, wie es sich beim Anblick des unverletzten Gehirnes präsentirt.

Die Basis des Mittelhirnes wird gebildet von den Fasermassen, welche aus dem Vorderhirn und dem Zwischenhirn dorthin und weiter hinab ziehen; dann gelangen in dieselbe die Fasern, welche im Dach entspringen, und es wird schliesslich daselbst eine Anzahl Kerne gefunden, aus denen Züge stammen, welche theils sich ins Kleinhirn begeben, theils als periphere Nerven (Oculomotorius, Trochlearis) an die Hirnoberfläche heraustreten.

Ein bei den Vögeln bereits beginnendes Verhältniss wird bei den Säugern weiter ausgebildet. Es legen sich nämlich viele Fasern aus der Vorderhirnrinde ventral von den übrigen Fasern der Mittelhirnbasis an. Diese, als Fuss des Hirnschenkels bezeichneten Massen sind bei den

Primaten und dem Mensch besonders stark entwickelt. Dort bezeichnet man alles, was dorsal von ihnen unter dem Mittelhirndach liegt, als Haube. Fische, Amphibien und Reptilien besitzen nur die Haubenbahnen; es fehlt ihnen die Fussfaserung, weil bei ihnen keine Züge aus der Rinde caudalwärts ziehen.

Die Mehrzahl der Fuss- und Haubenbahnen zieht in der Basis des Hinter- und Nachhirnes weiter, wo viele ihr Ende finden. Ein Theil begibt sich dorsalwärts in das Dach des Hinterhirnes.

Dieses Dach, welches vorn in die Vierhügelplatte, hinten durch eine dünne Membran (Velum medullare posticum) in den dorsalen Theil des Rückenmarkes übergeht, enthält die Anlage des Cerebellum. Wenn Sie die Fig. 12—17 abgebildeten Schnitte durchmustern, so wird Ihnen auffallen, dass kein Hirntheil, etwa das Vorderhirn ausgenommen, so viele Variationen der Ausbildung aufweist, als dieses. Aber das Kleinhirn ist nicht, wie das Vorderhirn, bei höheren Thierklassen weiter ausgebildet, als bei niederen. Wir begegnen vielmehr bei nahe verwandten Arten sehr bedeutenden Differenzen und finden bei den niedrig stehenden Selachiern z. B. eine ganz besonders gute Ausbildung des Organs. Die einfachste Form, in der wir ein Kleinhirn finden, weisen die Amphibien auf; die dem Mittelhirn zugewandte Seite des Hinterhirndaches ist zu einer dünnen, quer über den Ventrikel gestellten Platte verdickt. Auch die Reptilien besitzen kein wesentlich höher stehendes Organ, aber bei denjenigen unter ihnen, die schwimmen (Alligator), ist die Platte um das doppelte vergrössert und erstreckt sich auch auf die caudale Seite des Daches. Die grossen Schwimmer, die Knochenfische und besonders die Selachier besitzen nun eine Kleinhirnplatte, die so enorm ausgebildet ist, dass sie sich in massenhafte Querfalten legen muss (Fig. 12), ja mitunter sich unter das Mittelhirndach in den Aquäduct hinein vorstülpt (Fig. 13). Im Schlamm lebende Fische (Dipnoi) haben wieder ein kleineres Cerebellum.

In das Cerebellum der Fische, Amphibien und Reptilien gelangen Züge aus dem Zwischen- und Mittelhirn, desgleichen solche aus dem Rückenmark. Dieselben Züge finden wir bei Vögeln und Säugern wieder. Aber bei den ersteren ziehen noch spärliche, bei den letzteren sehr starke Faserbündel aus dem Vorderhirn dort hinein. Diese gelangen in eigene, von jetzt an jederseits vom Mittelstück neu auftretende Bildungen, die Hemisphaeria cerebelli. Bei den Vögeln noch klein, entwickeln diese sich bei den Säugern, gleichzeitig mit dem Auftreten einer Brückenformation, zu Theilen, welche das Mittelstück (von nun an Wurm, Vermis genannt) an Grösse weit übertreffen. Das letztere behält aber bis hinauf zum Menschen den ihm durch die Querfaltung der Cerebellarplatte seit den Selachiern gewordenen Charakter. Direct caudal vom Cerebellum begegnen wir im Hinterhirndache noch Ganglienmassen, welche Trigeminus- und Acusticusfasern aussenden. Meist mit dem Kleinhirn fest verschmolzen, bilden diese bei den höheren Wirbelthieren unbedeutenden Kerne bei den Fischen doch recht ansehnliche Lappen.

Vom Zwischenhirn an bis hinab an das Ende des Rückenmarkes ist der centrale Hohlraum (Ventrikel, Centralcanal) von grauen ganglienzellenreichen Gewebsmassen umschlossen, und vom Mittelhirn ab sehen wir in diesen die peripheren Nerven aus Kernen entspringen. Im Bodengrau des Hinter- und Nachhirnes entspringt ein grosser Theil der Fasern des Trigeminus, dann der Nervus abducens, ein Theil des Acusticus und des Vago-Glossopharyngeus. Etwas ventraler von ihm liegt eine Säule durch Einschnürungen von einander getrennter Zellkerne, aus deren cerebralsten Theilen die motorische Quintuswurzel und (caudal von ihr) der Nervus Facialis entspringt. Vom Hinterhirn ab lässt sich nun eine ununterbrochene Reihe von Nervenkernen bis in den Sacraltheil des Rückenmarkes nachweisen. Eigentlich sind es zwei Reihen, deren eine mehr ventral (Vorderhornzone His) und deren andere mehr lateral (Seitenhornzone) liegt. Aus der ersteren kommen der Nervus Hypoglossus und alle vorderen Wurzeln des Rückenmarks für die Muskeln des Stammes; aus der letzteren stammen (Gaskell) wesentlich Fasern, welche mit der motorischen Innervation von Eingeweidemuskeln betraut sind. Diese Seitenhornfasern treten nur in der Oblongata getrennt von den Vorderhornfasern als motorischer Vagus und als Accessorius aus dem Centralorgan heraus. Weiter unten im Rückenmark verlassen sie dasselbe mit anderen Fasern der Vorderwurzeln; nach Gaskell treten dann jene in die gemischten Nerven, diese in den Sympathicus ein.

In den basalen Theilen des Hinterhirnes und Nachhirnes, Pons, Oblongata, liegen dann noch zahlreiche Ansammlungen von Ganglienzellen und Nervenfasern, deren in dem Thierreich sehr wechselndes Verhalten hier nicht näher geschildert werden kann. Wichtig ist, dass dort alle Fasern hinabziehen, welche das Gehirn mit tieferen Centren verbinden.

Durch das Vorhandensein dieser Gebilde sind diese Hirntheile immer noch wesentlich dicker, als das auf sie folgende Rückenmark. Dieses bildet einen Strang, in dem segmentweise ventral die motorischen, dorsal die sensorischen Nerven entspringen. Der Raum nach aussen von den Kernen der Nerven wird von Fasern eingenommen, welche das Rückenmark mit dem Gehirn, und von solchen, welche die Theile des Rückenmarkes untereinander verbinden.

Sowohl in dem verlängerten Mark als im Rückenmark finden wir bei einzelnen Thieren besondere aus der Hypertrophie von bereits Vorhandenem hervorgegangene Gebilde. Ich erwähne nur die mächtige Hypertrophie des motorischen Trigeminuskernes der Rochen zum Lobus electricus, den enormen, hoch in den Ventriculus quartus ragenden Vaguskern der Fische (versorgt mit dem Trigeminus das Hautsinnessystem), und die Hypertrophie der Hinterhörner des Rückenmarkes bei gewissen Knochenfischen (Trigla) als Beispiele.

Dritte Vorlesung.

Die allgemeinen Formverhältnisse und die Gewebselemente des Gehirnes.

M. H.! Wenn sich auch diese Vorlesungen nicht an den Anfänger, sondern an Hörer richten, welche bereits im Allgemeinen mit den gröberen Formverhältnissen des Gehirnes bekannt sind, so wird es doch nicht ganz überflüssig sein, wenn Sie sich heute wieder einmal diese Verhältnisse als klares Bild vor Ihrem geistigen Auge erstehen lassen. Die Umrisse der Karte, in die wir später alle die Punkte und Strassen, welche von Wichtigkeit sind, einzeichnen wollen, werden durch eine kurze Wiederbelebung des früher Erlernten nochmals zweckmässig fixirt. Orientirt durch die Entwicklungsgeschichte werden Sie sicher leicht die morphologischen Verhältnisse verstehen, welche das Organ des erwachsenen Menschen bietet.

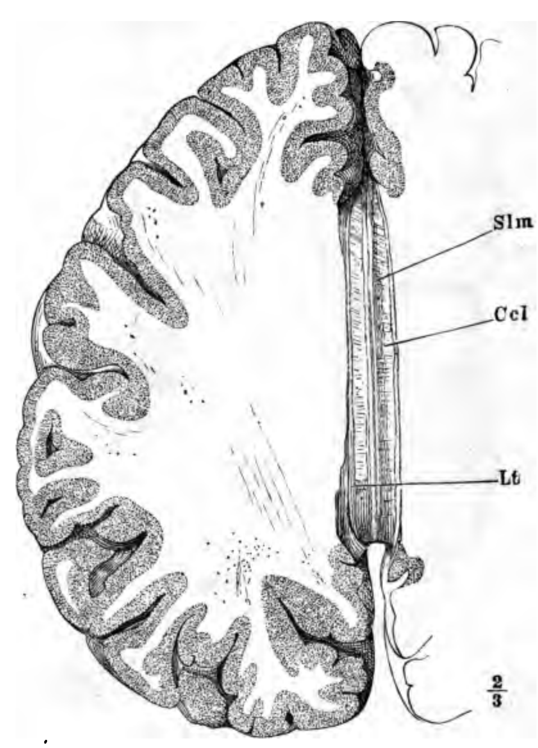


Fig. 18.

Vorderhirn von oben. Die Hemisphären auf das Niveau des Balkens (*Ccl* Corpus callosum = Balken) abgetragen. Der weisse Raum zwischen *Ccl* und Rinde ist das Centrum semiovale. *Lt* Ligamentum tectum, Stria longit. Lancisi, ein Theil der dem Balken benachbarten Hirnrinde; *Slm* Striae longitudinales mediales, weisse Längsfaserzüge, die sich mehrfach unter einander verflechten, auf der Balkenmitte. Nach Henle.

Ein frisches Gehirn wird auf seine Basis gelegt. Den grossen Hirnspalt, welcher die Hemisphären trennt und die Fossa Sylvii, welche mit der Ausbildung des Schläfenlappens entstand, werden Sie leicht auffinden. Da das Vorderhirn die meisten anderen Hirntheile überwachsen hat (s. Fig. 5), so könnte man sich diese letzteren von hinten her ansichtig machen, wenn man die Hemisphären aufhöbe, von ihnen abdeckte; auch dadurch könnte es geschehen, dass man die letzteren abtrüge, zum Theil entfernte. Dieser Modus bietet den Vortheil, dass wir auch die Seitenventrikel und das Corpus striatum besser zu Gesicht bekommen. — Gehen wir deshalb ihm folgend vor.

Das horizontal gelegte Messer durchzieht immer beide Hemisphären gleichzeitig und trägt von ihnen 2—3 mm dicke Platten ab. Die erste und

die zweite dieser Platten enthalten sehr viel graue Rinde und relativ wenig von ihr umschlossene weisse Substanz, aber schon in der dritten Platte hat man beiderseits ein grosses weisses Markfeld mitten in der Hemisphäre blossgelegt, das Centrum semiovale. In ihm verlaufen alle Faserzüge, welche von der Rinde nach abwärts ziehen und ein Theil der Fasern, welche verschiedene Rindengebiete unter einander verbinden. Wenn man die Fig. 6 betrachtet, sollte man erwarten, beim Weiterschneiden jetzt mitten zwischen beiden Hemisphären nur noch durch eine dünne Epithelschicht von den Ventrikeln getrennt zu sein. Dem ist aber nicht so. In einer späteren Embryonalperiode sind dicke Fasermassen quer über die Ventrikel von Hemisphäre zu Hemisphäre bei *a* der Fig. 6 gewachsen. So kommt man denn in der Tiefe des grossen Hirnspaltes nicht auf die Ventrikel, sondern auf den Balken (Corpus callosum), wie die Masse der Querfasern bezeichnet wird. Der Balken wird nun durchtrennt und, nachdem auch in beiden Seitenhälften, was noch von weisser Substanz über den Ventrikeln stehen geblieben ist, entfernt wurde, vorn und hinten abgeschnitten. Dabei zeigt sich, dass er mit seiner Unterfläche an dünne weisse Faserzüge festklebt, welche die Ventrikelhöhle überspannend vorn und hinten in die Tiefe der Ventrikel hinabziehen. Sie gehören dem Gewölbe (Fornix) an. Nachdem auch sie und der an ihnen hängende Plexus choroideus durchtrennt und abgeschnitten sind, blickt man in die geöffneten Ventrikel. Der medialst liegende, unpaare ist der Hohlraum des primären Vorderhirns, jetzt Ventriculus tertius genannt. An seinem vorderen Ende steigt aus der Tiefe der Rand des secundären Vorderhirnes, der Fornix auf. Er setzt sich direct in dessen mediale Wand fort. Diese ist etwas weiter nach

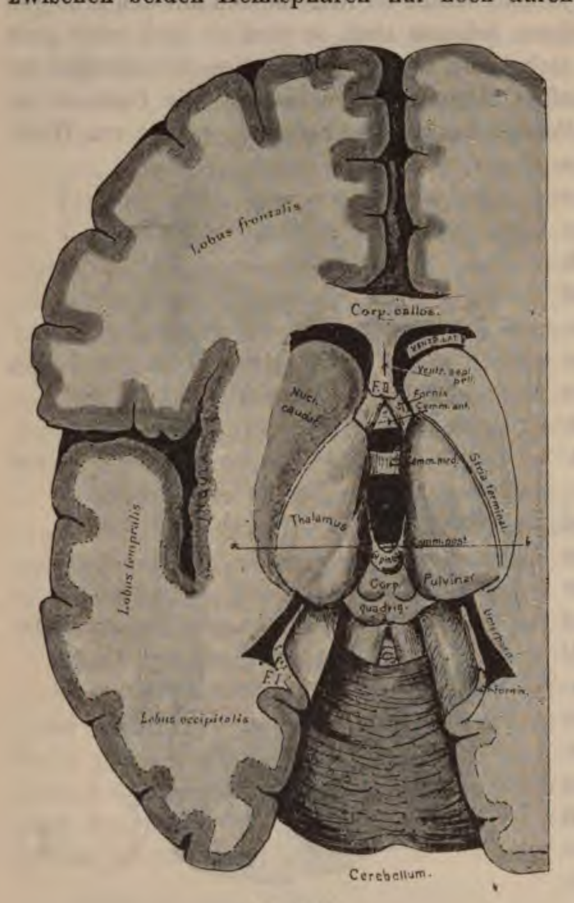


Fig. 19.
Das Gehirn von oben her durch einen Horizontalschnitt geöffnet. Die beiden Hemisphären etwas durch Zug von einander entfernt.

vorn von den Balkenfasern durchbrochen. Das unter (auf unserer Abbildung hinter) dem Balken liegende Stück der medialen Hemisphärenwand ist das Septum pellucidum. Der zwischen dem rechten und linken Septum bleibende Theil des Hemisphärenspaltes wird Ventriculus septi pellucidi genannt. Wenn Sie sich auf der Fig. 10 einmal den Balken hinwegdenken wollen, so wird Ihnen sofort die Fortsetzung der Hemisphärenwand in das Septum und die Bedeutung des Ventriculus klar sein. Dieser ist kein eigentlicher Ventrikel, sondern nur das durch den Balken überdeckte Stück des Spaltes zwischen den Hemisphären.

Jederseits vom Fornix liegt dann die Fortsetzung des Ventriculus medius in die Ventriculi laterales (Foramen Monroi). Der Theil dieses Ventrikels, welcher im Stirnlappen liegt, heisst Vorderhorn, der im Occipitallappen Hinterhorn, der Hohlraum des Schläfenlappens wird Unterhorn genannt. Sie können leicht den Finger in jedes dieser Hörner einführen. Die basalen Gebiete beider Hemisphären sind durch die Commissura anterior untereinander verbunden. Ihr markweisses Faserbündel sehen Sie vor den Fornixschenkeln dahinziehen.

Aus dem Boden des Seitenventrikels erhebt sich der Nucleus caudatus; weiter nach hinten werden Theile sichtbar, die nicht mehr zu den Hemisphären gehören, das Zwischenhirn (Thalamus opticus) und das Mittelhirn (Corpora quadrigemina). Hinter diesem zeigt sich das Dach des Hinterhirnes, das Cerebellum.

Dem ganzen inneren unteren Rand der Hemisphäre entlang zieht der ziemlich dicke weisse Faserzug des Fornix. Er steigt von der Grenze zwischen Vorder- und Mittelhirn her aus der Tiefe des Ventrikels rechts und links in die Höhe und zieht dann über das Zwischenhirn hinweg bis in die Spitze des Schläfenlappens hinein. Als wir den Balken wegnahmen, haben wir auch den mittelsten Theil dieses Fornixbogens entfernt. So sehen Sie nur vorn dicht am Septum pellucidum den aufsteigenden Theil des Bogens (Crura Fornicis) und hinten den absteigenden, einen weissen Markstreif, welcher der Hemisphärenkante entlang den Schläfenlappen innen begrenzt. Wenn Sie die Punkte F' und F'' der Fig. 19 durch einen sanft über den Thalamus wegziehenden Bogen verbinden, so haben Sie den Verlauf des Fornix wiederhergestellt. An dem beistehenden medianen Längsschnitt durch ein embryonales Gehirn werden Sie sich leicht den Verlauf des Fornix klar machen können. Hinter dem Nucleus caudatus erblicken Sie an unserem Hirnpräparat den Thalamus opticus. Er gehört dem Zwischenhirn bereits an, aus dessen Seitenwänden er zum grössten Theil entstanden ist. Der

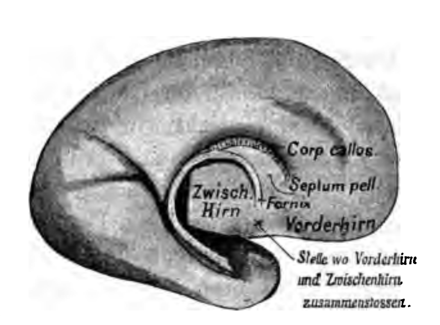


Fig. 20.
Innenansicht der auf Fig. 7 abgebildeten embryonalen Hemisphäre; zeigt den inneren unteren Rand der Hemisphäre, welcher zum weissen Markstreif des Fornix verdickt ist. Derselbe wird aber erst nach der Geburt markweiss.

Hohlraum zwischen beiden Thalamis, der Ventriculus medius, ist der Hohlraum der einstigen Zwischenhirnblase. Ihr Dach ist nur noch in dünnen Resten vorhanden, deren wichtigster die Zirbel, Glandula pinealis, ist. Wie diese aus dem Zwischenhirndach durch Ausstülpung entstand, zeigte Ihnen oben Fig. 4. Alles Uebrige, was früher die Zwischenhirnblase oben deckte, ist noch als dünnes Epithel eines den mittleren Ventrikel deckenden Blutgefässplexus vorhanden. Der Boden des Zwischenhirns, der nach vorn natürlich durch die embryonale Schlussplatte gebildet wird, besteht aus grauer, sich trichterförmig nach der Schädelbasis hinabsenkender Substanz. Diese Ausstülpung heisst Tuber cinereum, ihr Hohlraum Infundibulum, Trichter. In Fig. 19 ist sie nicht sichtbar, wohl aber auf dem Medianschnitt der Fig. 17. An seinem äussersten Ende ist das Tuber cinereum mit der auf Fig. 4 gezeichneten, ihm entgegenwachsenden Ausstülpung der Rachenschleimhaut zusammengewachsen. Später hat sich die letztere vom Pharynx abgeschnürt und ist in der Schädelhöhle geblieben, wo sie mit dem Tuberende zusammen den Hirnanhang oder die Hypophysis bildet, ein unregelmässig kugliges, kirschgrosses Gebilde, das durch einen dünnen Stiel an der Zwischenhirnbasis befestigt ist.

Der Thalamus ist durch ein Stria terminalis genanntes Faserbündel von dem Nucleus caudatus etwas geschieden. Auf dem vorderen Theil seiner Oberfläche tritt als rundlicher Wulst gewöhnlich das Tuberculum anterius deutlich hervor, es entspricht einem eigenen Ganglion in der Tiefe. Noch ein anderes, zum Zwischenhirn gehörendes Ganglion finden Sie auf, wenn Sie dem weissen Streif, der längs der medialen Thalamuskante verläuft, der Stria medullaris, folgen. Dieser verdickt sich nämlich hinten dicht vor den Vierhügeln zu einer kleinen Keule, dem Ganglion habenulae. Aus diesem zieht jederseits ein dünner weisser Streif, der Pedunculus Conarii zur Zirbel. Die graue Masse des Thalamus ist von weissen Fasern (Stratum zonale), welche zum Theil zum Nervus opticus gelangen, überzogen. Einen Hauptursprungspunkt für diesen Nerven bildet eine Anschwellung am hinteren Theil des Thalamus, das Pulvinar. Aus diesem Ganglion und aus zwei Höckern, die auf seiner Unterseite liegen (Corpus geniculatum mediale und laterale), scheint bei bloss makroskopischer Betrachtung der Opticus zu entspringen. Zwischen den Thalamis spannt sich ein zartes graues Blatt, die Commissura media aus. Ich habe sie nie vermisst, wenn beim Herausnehmen des Gehirnes vorsichtig verfahren wurde.

Die Faserzüge aus den Hemisphären, welche zwischen diesen und dem Zwischenhirn in der Tiefe gelagert waren, treten jenseits des Zwischenhirnes zum grossen Theil aus der Hirnmasse heraus und liegen dann als zwei dicke Stränge frei an der Unterfläche der folgenden Hirnabtheilung, des Mittelhirnes. Sie heissen in ihrer Gesammtheit Hirnschenkel, Pedunculi cerebri.

Hinter der Zirbel beginnt das Mittelhirndach, als dessen vordersten Theil wir die Commissura posterior ansehen, die aus dem Thalamus

stammend durch das Mittelhirn caudalwärts weiter zieht. Die hinter dieser Commissur sichtbar werdenden Vierhügel werden wir später noch genauer kennen lernen.

Von dem Corpus striatum ist, wenn das Gehirn von oben her, wie wir es eben gethan, geöffnet wird, nur der innere Theil, der Nucleus caudatus sichtbar, der äussere, der Nucleus lentiformis, liegt tiefer und ist von den Markmassen bedeckt, die über ihn weg in die Capsula interna ziehen. Man könnte ihn zu Gesicht bekommen, wenn man nach aussen vom Nucleus caudatus in die Tiefe ginge. Besser aber werden Sie sich über seine Form orientiren, wenn ein Frontalschnitt quer durch das ganze Gehirn da gelegt wird, wo in Fig. 19 hinter dem dicksten Theil (Caput) des Nucleus caudatus der Thalamus beginnt, also dicht hinter den aufsteigenden Fornixschenkeln.

Es ist nicht sehr schwer, sich über das so entstehende Querschnittsbild Fig. 21 zu orientiren, wenn Sie sich der in Fig. 6 gezeichneten Verhältnisse erinnern. Die Hirnwand ist wesentlich dicker als zur Fötalzeit, vom Boden her ragt aber noch wie auf jenem Schnitt das Corpus striatum in die Ventrikelhöhle. Der äussere Spalt ist jetzt verlegt, er ist in der Richtung der rechts punktirten Linie zu denken.

In der Tiefe des grossen Hirnspaltes wird, wie Sie sehen, der Ventrikel durch die dicke Querfaserung des Balkens gedeckt. Zu diesem steigen aus der Tiefe die zwei Fornixschenkel, zwischen den dünnen Blättern des Septum pellucidum den Ventriculus septi pellucidi frei lassend. Sie ragen frei in einen Hohlraum hinein, den Seitenventrikel. Dieser wird nach aussen begrenzt vom Corpus striatum. Gerade hier sehen Sie sehr schön, wie das Corpus striatum von den dicken Fasermassen der inneren Kapsel durchbrochen und anscheinend in zwei Ganglien getheilt ist. Im Linsenkern, also dem äusseren Theil des Corpus striatum, unterscheiden Sie leicht drei Abtheilungen; nur das äussere dieser drei Glieder, das dunkler gezeichnete, Putamen genannt, ist gemeinsam mit dem Schwanzkern als Ursprungsgebiet von Fasern anzusehen. Die beiden inneren (Globus pallidus) sind in ihrer Bedeutung noch unklar. Der Globus pallidus besteht zuweilen aus drei und mehr Abtheilungen. Nach aussen von dem Linsenkern liegt noch eine dünne graue Masse in der Hemisphärenwand, die Vormauer, Claustrum. Der Raum zwischen ihr und dem Linsenkern heisst Capsula externa. Weiter nach aussen folgt dann die Rinde der Insel. Die graue Masse am Boden des mittleren Ventrikels gehört der Wand des Infundibulum, dem Tuber cinereum an. Man bezeichnet sie und ihre Fortsetzungen als centrales Höhlengrau. Da, wo dieses und die Rinde des Schläfenlappens aneinander grenzen, liegt ein grosser rundlicher Kern, der Nucleus amygdalae, Mandelkern. Er steht wahrscheinlich in Beziehungen zu dem Ursprungsapparat des Riechnerven. Seinem feineren Bau nach soll er (Mondino) dem Claustrum gleichen. Zwischen den Fornixschenkeln sehen Sie die vordere Commissur. Ihre Fasern krümmen sich, indem sie durch das Corpus striatum treten, nach

rückwärts. So kommt es, dass wir dicht unter dem äusseren Gliede des Linsenkerns ihrem Querschnitte nochmals begegnen. Fig. 21 rechts unten.

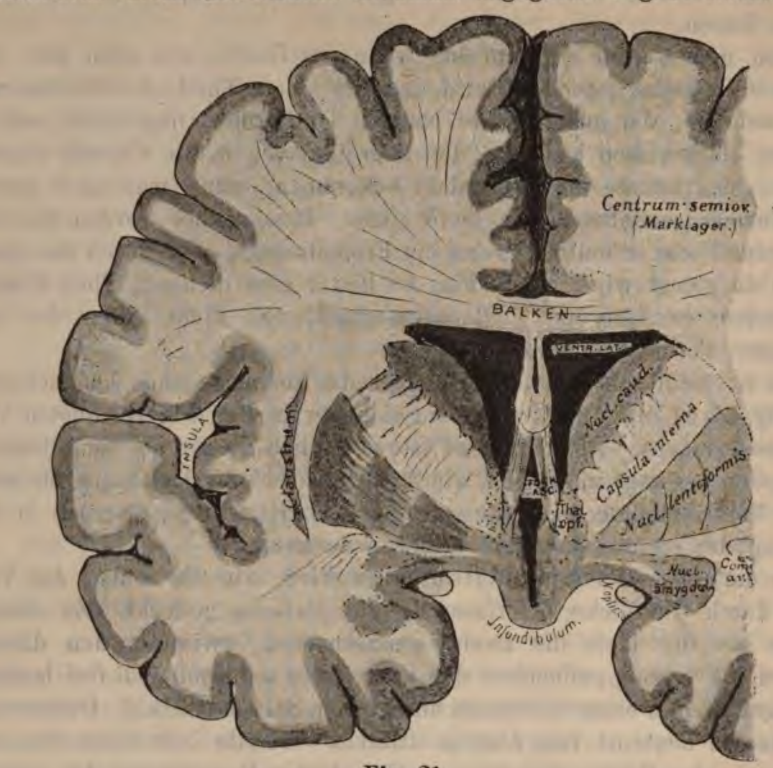


Fig. 21.
Frontalschnitt durch das Gehirn des Erwachsenen. Erklärung im Text.

Ich kann Ihnen, meine Herren, nicht eifrig genug empfehlen, alle in der heutigen Vorlesung genannten Gebilde am frischen Gehirn aufzusuchen und sich über ihre Lage durch eigene Präparation zu orientiren. Die Darstellung durch Bild und Wort wird Ihnen hierbei wohl einen festen Anhalt geben; sie kann aber nie das ersetzen, was durch Studium am frischen Präparat gewonnen wird.

Die Farbenunterschiede, welche Sie in der heutigen Stunde an den frischen Hirnpräparaten beobachtet haben, werden hervorgerufen durch Verschiedenheiten im feineren Aufbau. Diesem, der eigentlichen Histologie des Centralnervensystems wollen Sie nun für kurze Zeit Ihre Aufmerksamkeit schenken.

Das Gehirn ist aufgebaut aus Nervensubstanz und Gerüstsubstanz. Die letztere wird zunächst repräsentirt durch die Scheiden der zahlreichen Gefässe, welche als stärkeres Gerüst das Organ überall durchziehen, dann aber durch die Neuroglia, zarteste Zellen mit einem Netz feinster Ausläufer, die sich mit denen der benachbarten Zellen zu einem engen Filz

vermischen. Sie können ganz wohl dieses Gerüst mit einem Haufen zusammengeballter Kletten vergleichen, durch den einige dickere Stränge, die Gefässwände, durchziehen. In die freien Räume zwischen den Gliafäserchen sind die Nervenfasern eingebettet.



Fig. 22.
Isolirte Zellen der Neuroglia.

Das Netz der Neuroglia verhält sich an verschiedenen Stellen des Centralnervensystems etwas verschieden und bildet hie und da dichte, zum Theil von Nervensubstanz ganz freie Anhäufungen; so überzieht namentlich eine breite Zone fast reiner Gerüstsubstanz die ganze Oberfläche von Gehirn und Rückenmark. Grössere Ganglienzellen werden häufig von der Neuroglia so umsponnen, dass sie in einem engmaschigen Korb zu liegen scheinen.

Das eigentliche Nervengewebe, welches die Hohlräume des geschilderten Netzwerkes erfüllt, besteht aus Ganglienzellen und Nervenfasern. Die Gestalt der Ganglienzellen ist eine ausserordentlich verschiedene. Rundliche, fast kugelförmige Gebilde von geringer Grösse mit spärlichen Fortsätzen, multipolare Organismen mit zahlreichen Ausläufern von der zwanzigfachen Grösse jener kleinsten Zellen kommen vor. Im Lobus nervi vagi von Torpedo und im verlängerten Mark der Neunaugen liegen so enorme Ganglienzellen, dass man sie leicht mit blossem Auge sieht; ja wir kennen im Rückenmark des elektrischen Aals, des Malapterurus, zwei isolirt liegende Ganglienzellen von solcher Grösse, dass die mächtige einzige Nervenfaser, welche jede aussendet, genügt, um das ganze, sehr grosse elektrische Organ zu innerviren.

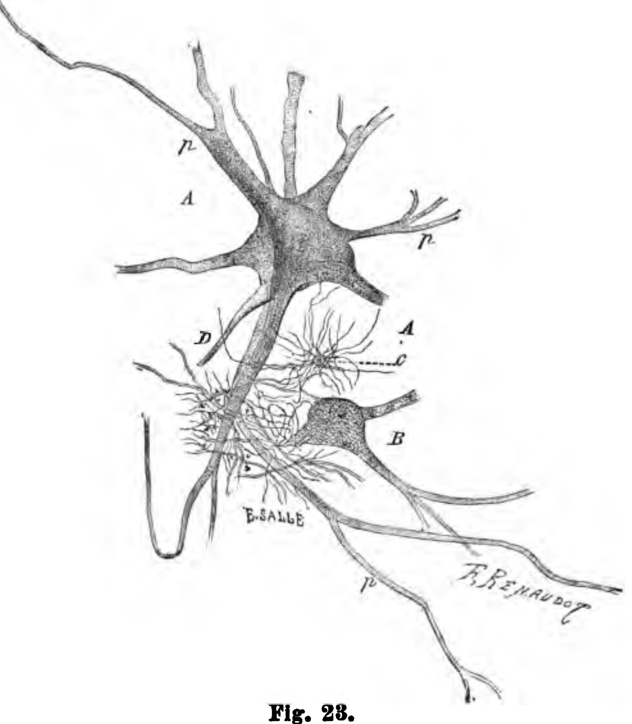


Fig. 23.
Nach Ranvier. Aus einem Rückenmarksstückchen. *A* u. *B* Ganglienzellen, bei *D* Axencylinder, *p* Protoplasmafortsätze, *C* Neurogliazellen.

Die Nervenfasern im Gehirn und Rückenmark sind von sehr wechselnder Breite und bei reifen Säugern wahrscheinlich alle mit Markscheiden umgeben.

Jede Nervenfaser verliert da, wo sie in das Centralorgan eintritt, ihre Schwann'sche Scheide. Nur eine dünne zuerst von Ranvier gesehene, schon im peripheren Nerven vorhandene Schicht bedeckt innerhalb des Gehirnes und Rückenmarkes das Nervenmark.

Im Allgemeinen erscheinen die Theile, welche wesentlich nur aus markhaltigen Nervenfasern bestehen, weiss (weisse Substanz), diejenigen, in welchen die Neuroglia, die Ganglienzellen und Axencylinder vorherrschen, grau (graue Substanz). Die graue Substanz ist gefässreicher als die weisse. Sie verhält sich gegen empfindliche Reagentien im lebenden Zustande wie ein schwach saurer Körper.

Die ersten genaueren Kenntnisse von der Gewebelehre des Centralnervensystemes verdanken wir, wie schon in der ersten Vorlesung erwähnt wurde, Ehrenberg, Remak und Hannover. Nach Hannover hat dann Helmholz 1842 zuerst bei Wirbellosen die Beziehungen von Nervenfaser und Ganglienzelle zu einander richtig gesehen, 1844 entdeckte Kölliker, dass aus einer Zelle eine doppeltcontourirte Faser stammen könne. Dass aus den Ganglienzellen zweierlei Fortsätze entspringen, von denen nur einer, der Axencylinderfortsatz, in den Nerven gelangt, hat 1850 Rudolf Wagner am elektrischen Organ des Zitterrochens gefunden, und Remak hat es 1854 für die grossen Ganglienzellen des Rückenmarkes bestätigt. Dass hier ein allgemein für die Ganglienzellen gültiges Verhalten vorliegt, das hat dann 1865 Deiters bewiesen. Durch die Arbeiten von Gerlach, Max Schultze, Waldeyer, Jolly, A. Key und G. Retzius, Betz, Bevan Lewis, Obersteiner, Freud und vielen Anderen wurde das gewonnene Wissen vertieft. So Viele haben diesem schwierigsten Kapitel der Histiologie ihr Interesse und ihre Arbeitskraft gewidmet, dass ein Anfang 1887 erschienenes Verzeichniss (Nansen) bereits 341 Arbeiten über Nervenfasern und Ganglienzellen aufzählen kann.

Neuere grundlegende Arbeiten über die Neuroglia stammen von Boll, Ranvier und Gierke.

Vierte Vorlesung.

Die Windungen und Furchen der Grosshirnoberfläche.

M. H.! Es ist noch nicht so lange her, dass die Anatomen wenig und die Aerzte gar kein Interesse der Lehre von der Gestaltung der Hirnoberfläche entgegenbrachten; noch ist nicht so gar viel Zeit verflossen, seit Ordnung gebracht wurde in das anscheinend so unregelmässige Chaos der Hirnwindungen, dass klare Abbildungen an die Stelle jener älteren Tafeln getreten sind, von denen ein Autor mit Recht sagt, dass sie eher eine Schüssel voll Maccaroni, als ein Gehirn darstellten. Für das menschliche Gehirn speciell ist das Interesse erst recht lebhaft geworden, als die Physiologie und bald genug auch die Pathologie gezeigt hatten, wie verschiedenartig Reizungen, Exstirpationen, Erkrankungen sich äussern, je nachdem sie die eine oder die andere Windung der Hemisphärenoberfläche treffen.

Deshalb, meine Herren, ist es durchaus nöthig, dass wir die Anordnung dieser Windungen und den Verlauf der Furchen, welche sie trennen,

genau kennen lernen. Nur durch Wort und Zeichnung wird es mir nicht gelingen Sie so, wie es wünschenswerth ist, mit diesen Verhältnissen vertraut zu machen. Sie müssen ein Gehirn zur Hand nehmen und, meinem Vortrage folgend, Furche für Furche, Windung für Windung sich aufsuchen.

Die ursprünglich linsenförmigen Hemisphären wachsen, wie Sie wissen, nach vorn und hinten aus. Nur in der Mitte, da wo innen das Corpus striatum liegt, folgt die Wand nicht so rasch dieser Ausdehnung und geräth so allmälig mehr in die Tiefe. Die flache Depression, welche so am Stammtheil der Hemisphäre entsteht, heisst später Fossa oder Fissura Sylvii und jene Partie, welche in der Grube liegt, der Stammlappen oder die Insula Reili. Die Insel ist also diejenige Rindenpartie, welche den Grosshirnganglien aussen anliegt. Sie ist anfangs noch ganz unbedeckt, wird aber später mehr und mehr von dem auswachsenden Grosshirn verborgen.

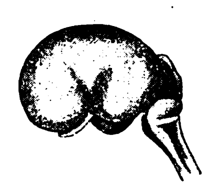


Fig. 26.
Gehirn einer menschlichen Frucht aus der 13. Woche.

Sie finden leicht am ausgebildeten Gehirn diese grösste seiner Spalten, die Fossa oder Fissura Sylvii auf und entdecken, wenn Sie dieselbe auseinanderziehen, in ihrer Tiefe die Insel, die, wie Sie dann sehen, von einigen senkrecht und schräg gestellten Furchen durchzogen ist. Im sechsten Schwangerschaftsmonat sind die Theile der Sylvischen Spalte, ein vorderer und ein hinterer, schon sehr deutlich. Das übrige Gehirn ist noch glatt. Vergl. Fig. 7.

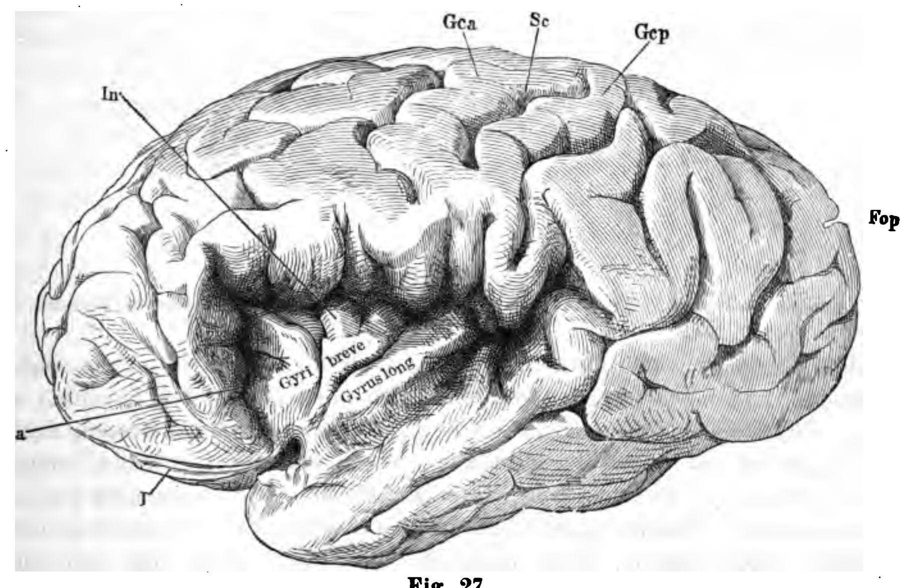


Fig. 27.
Die linke Hemisphäre mit auseinandergezogener Fissura Sylvii, um die Windungen der Insel *In* zu zeigen. *Sc* Sulcus centralis, *Gca*, *Gcp* Gyrus centralis anterior und posterior. *Fop* Fiss. parieto-occipitalis. Nach Henle.

Von dieser Entwicklungszeit ab treten auf der Hirnoberfläche durch locale Erhebungen der Hemisphärenrinde Furchen (Sulci oder Fissurae)

auf, welche in den späteren Monaten sich mehr und mehr ausbilden, bis dann zur Zeit der Geburt fast alle Furchen und Windungen deutlich ausgeprägt sind, welche das Gehirn des Erwachsenen besitzen wird.

Die folgenden rein schematischen Abbildungen mögen Ihnen als Wegweiser beim Studiren der Hirnoberfläche dienen. Nur die wichtigeren constanten Windungen und Furchen sind darin aufgenommen. Das einfache Schema Ecker's, welches sie wiedergeben, prägt sich leichter dem Gedächtniss ein, als Abbildungen der wirklichen Hirnoberfläche, welche alle die kleineren Windungen, die seichteren Furchen, welche inconstant sind, neben den tieferen constanten Gebilden wiedergeben. Wollen Sie zunächst die Fissura Sylvii aufsuchen. Sie trennt den grössten Theil des

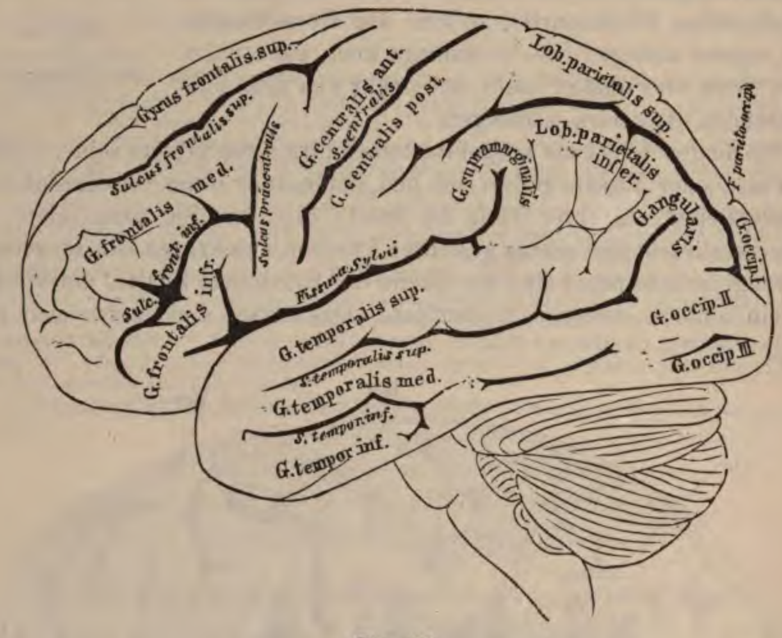


Fig. 28.
Seitenansicht des Gehirns (nach Ecker). Die Gyri und Lobuli sind mit Antiquaschrift, die Sulci und Fissurae mit Cursivschrift bezeichnet.

Schläfenlappens vom übrigen Gehirn. Man unterscheidet einen langen hinteren und einen kurzen vorderen, nach oben gerichteten Schenkel an ihr. Die Gehirnmasse, welche da liegt, wo jene zusammenstossen, deckt die Insel zu und heisst Operculum. Wenn man die Hirntheile, welche die Sylvische Spalte umgeben, auseinanderzieht, wie es an dem Fig. 27 abgebildeten Präparate geschehen ist, so bietet sich die Insel frei dem Blicke. Man erkennt, dass sie durch eine tiefe, schräg von vorn nach hinten über sie aufwärtsziehende Furche, Sulcus centralis insulae in zwei Läppchen getheilt wird. In dem vorderen breiteren bilden mehrere fast senkrecht gestellte Furchen 3—4 Gyri breves insulae, das hintere ist eigentlich nur ein einziger längerer Windungszug, der Gyrus longus. Er

grenzt direct an den Schläfenlappen. In dem Operculum beginnt eine wichtige Furche, die von da zur Hirnkante aufsteigt, aber von ihr sowohl als von der Fossa Sylvii noch durch Gehirnsubstanz geschieden ist, der Sulcus centralis, die Centralfurche. Suchen Sie sich diese auch in Fig. 28 auf. Sie trennt den Lobus frontalis vom Lobus parietalis. Was nach unten von der Sylvischen Grube liegt, heisst Lobus temporalis. Vor dem Sulcus centralis liegt die vordere Centralwindung[1]), hinter ihm die hintere Centralwindung[2]). Das Gebiet vor der vorderen Centralwindung, der Stirnlappen, wird durch zwei Furchen, die obere und die untere Stirnfurche, in drei Windungen, die obere, mittlere und untere Stirnwindung getheilt. Diese Stirnwindungen sind nicht immer in der ganzen Länge des Stirnlappens scharf von einander geschieden, da die Stirnfurchen oft genug nach kurzem Verlauf durch Querbrücken abgeschlossen werden. Sie finden leicht an jedem Gehirn diese drei über einander liegenden Theile des Stirnlappens und bemerken wohl auch, dass die untere Stirnwindung (auch dritte Stirnwindung genannt) an der Bildung des Operculums Theil nimmt. Sehr oft schliesst sich hinten an die untere Stirnfurche noch eine senkrechte Furche an, welche die vordere Centralwindung nach vorn abschliesst und als Sulcus praecentralis bezeichnet wird.

Die untere Stirnwindung soll bei Europäern breiter als bei anderen Rassen sein. Am Gehirn Gambetta's, bekanntlich eines hervorragenden Redners, wurde sie verdoppelt gefunden.

Der Schläfenlappen ist von mehreren Furchen durchzogen, welche parallel mit der Fossa Sylvii laufen und eine obere (erste), mittlere (zweite) und untere (oder dritte) Temporalwindung mehr oder weniger scharf von einander trennen. Meist sind nur die beiden ersten in ihrer ganzen Länge deutlich abscheidbar.

Suchen Sie jetzt das Gebiet hinter der Centralfurche, nach oben vom Schläfenlappen auf; es heisst Parietallappen. In ihm wird durch eine Furche, Sulcus interparietalis, welche im Bogen um die Enden der Fossa Sylvii und der ersten Schläfenfurche herumläuft, ein oberer und ein unterer Parietallappen abgeschieden. Der obere ist durch nichts vom grössten Theile der hinteren Centralwindung geschieden, wenn nicht, was übrigens oft vorkommt, ein Zweig des Sulcus interparietalis nach der Hemisphärenkante hinaufsteigt und so die Verbindung bedeutend verschmälert.

Den Theil des unteren Scheitellappens, welcher das Ende der Fossa Sylvii umkreist, nennt man Gyrus marginalis[3]), den dahinter liegenden Theil, welcher um die obere Schläfenfurche zieht, Gyrus angularis. Den ersteren sehen Sie an jedem Gehirn sofort, den letzteren Gyrus müssen Sie sich mit etwas mehr Mühe aufsuchen. Sie finden ihn in dem Raume, welcher von der Interparietalfurche nach oben, von der oberen Schläfen-

1) Circonvolution frontale ascendente } der französischen Autoren.
2) Circonvolution pariétale ascendente } der französischen Autoren.
3) In Fig. 28 ist G. supramarginalis eingeschrieben.

furche resp. deren Ende nach unten abgeschlossen ist; eben um dieses Ende schlägt sich ja sein hinterer Theil herum.

Erwarten Sie übrigens, meine Herren, nicht immer die Interparietalfurche in ihrem langen Verlaufe ungetheilt zu finden. Gerade sie zerfällt oft genug durch meist in ihrem hinteren Drittel liegende Brücken in zwei, auch in mehr Theile. Ihr hinterer Theil liegt bereits im Occipitallappen.

Dieser Occipitallappen ist aussen nicht an allen Gehirnen so gleichmässig gefurcht, dass man immer die von den Autoren angegebene erste (obere), zweite (mittlere) und dritte (untere) Occipitalwindung leicht und ohne Künstelei wieder finden könnte. Von dem Scheitellappen ist er oft durch eine vordere Occipitalfurche, welche senkrecht hinter

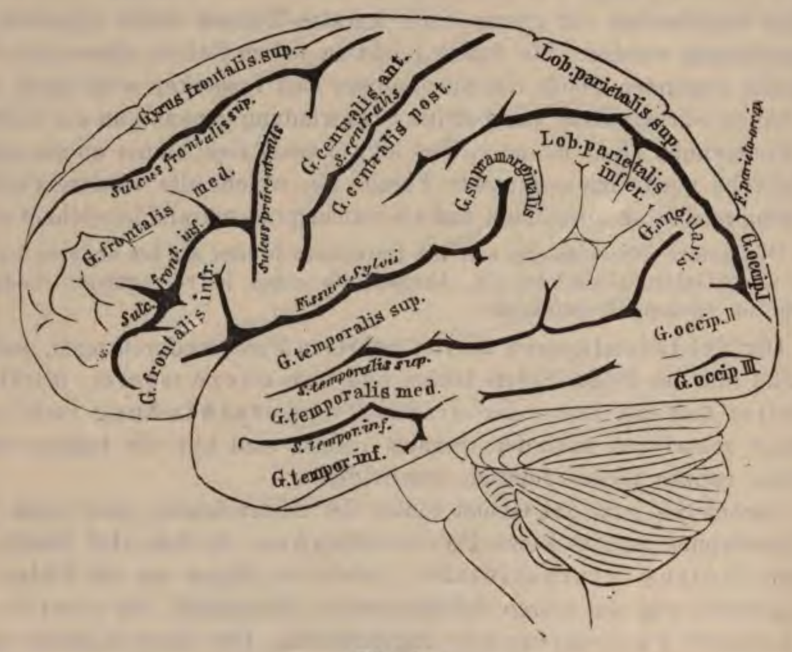


Fig. 29.
Seitenansicht des Gehirnes (nach Ecker). Erklärung s. Fig. 28.

dem Gyrus angularis aufsteigt (in der Figur nicht angegeben), von dem Schläfenlappen durch eine horizontal in der Verlängerung der zweiten Schläfenfurche verlaufende untere Occipitalfurche geschieden. Der Winkel, den diese beiden zuweilen verschmelzenden Furchen mit einander bilden, begrenzt den Occipitallappen. Nach vorn oben hängt er mit dem Parietallappen zusammen. Diese Verbindung wird durch die Interparietalfurche, welche sie der Länge nach durchschneidet, in zwei Uebergangswindungen getheilt.

Haben Sie alle diese Furchen und Windungen gefunden, so schneiden Sie das Gehirn dem grossen Längsspalt zwischen den Hemisphären folgend mitten durch und studiren nun die mediale Seite desselben.

Die wichtigsten Theile der medialen Hemisphärenwand haben wir schon in der zweiten Vorlesung kennen gelernt, als wir die Entwicklungsgeschichte derselben studirten. Ich erinnere Sie nochmals daran, dass wir damals erfuhren, dass der Hemisphärenrand zum Fornix verdickt in einem Bogen der nach hinten und unten auswachsenden Hemisphäre folgt, dass vorn, da wo der Balken durchbrach, noch das Stück der Innenwand, welches zwischen ihm und dem Fornix lag, als Septum pellucidum erhalten blieb.



Fig. 30.
Innenansicht der auf Fig. 7 abgebildeten embryonalen Hemisphäre; zeigt den inneren unteren Rand der Hemisphäre, welcher zum weissen Markstreif des Fornix verdickt ist. Derselbe wird aber erst nach der Geburt markweiss.

Durch die Entwicklungsgeschichte orientirt, verstehen Sie leicht den vorhin angefertigten Schnitt durch das Gehirn des Erwachsenen. An dem Präparat, nach welchem vorliegende Zeichnung gefertigt wurde, sind, ebenso wie an dem früher demonstrirten embryonalen Gehirn (Fig. 30), alle Theile, welche hinter der Mitte des Thalamus liegen, abgeschnitten,

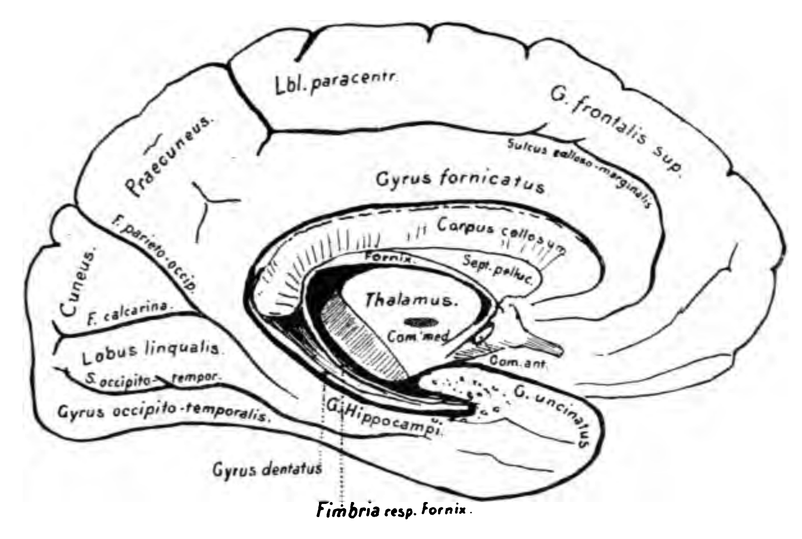


Fig. 31.
Längsschnitt durch die Mitte eines Gehirnes vom Erwachsenen. Der hintere Theil des Thalamus, die Hirnschenkel etc., sind abgetrennt, um die Innenseite des Schläfenlappens frei zu legen.

weil sie die Unterseite des Schläfenlappens verdecken und ein Verfolgen der Fornixzüge nicht gestatten.

Sie erblicken also jetzt auf dem Längsschnitte in der Mitte das Zwischenhirn, resp. den aus seiner äusseren Wand hervorgegangenen Thalamus opticus. An der Grenze zwischen ihm und dem Grosshirn zieht der zu einem weissen Markstreif verdickte Hemisphärenrand, der Fornix, im

Halbbogen dahin. An der Grenze von Mittel- und Zwischenhirn tritt er nahe der Hirnbasis zuerst auf, steigt als Columna fornicis dorsalwärts, begleitet den Rand der Hemisphäre dann immer weiter, krümmt sich mit ihm in den Schläfenlappen und endet erst an dessen Spitze.

Die horizontale Masse querdurchtrennter Fasern über dem Fornix gehört dem Balken (Corpus callosum) an; an diesem erkennen Sie vorn das Knie, Genu, hinten das Splenium, den Wulst, und in der Mitte den Körper. Zwischen Balken und Fornix liegt das dreieckige Feld des Septum. Ausserdem erkennen Sie dicht vor dem Fornix unten die Commissura media, beide natürlich auf dem Querschnitte.

Der Theil der Hemisphärenscheidewand, welcher über dem Balken liegt, ist von wenigen und ziemlich constanten Furchen durchzogen.

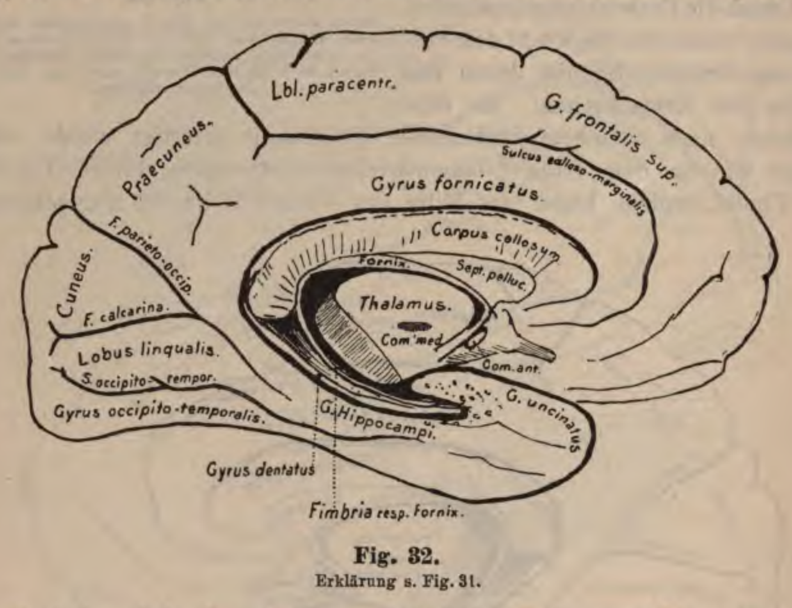


Fig. 32.
Erklärung s. Fig. 31.

Zunächst zieht dem Balken parallel der Sulcus calloso-marginalis. Hinten wendet er sich nach oben zur Hemisphärenkante und endet dort in einem kleinen Einschnitt hinter der hinteren Centralwindung. Was nach vorn und oben von dieser Fissur liegt, rechnet man zur oberen Stirnwindung; der Windungszug, welcher zwischen ihr und dem Balken sich befindet, heisst Gyrus fornicatus. Ein Blick auf ein Präparat oder auf unsere Abbildung zeigt Ihnen, dass der Gyrus fornicatus sich in seinem hinteren Theil nach oben hin verbreitert und über die Hemisphärenkante hinweg direct in den Lobus parietalis superior übergeht. Diese Verbreiterung heisst Praecuneus. Direct vor dem Praecuneus liegt eine Rindenpartie, welche aussen an beide Centralwindungen anstösst und diese unter einander verbindet. Sie wird als Paracentrallappen bezeichnet.

Hinten erreicht der Praecuneus sein Ende an einer tief einschneidenden, immer etwas auf die Aussenseite der Hemisphäre übergreifenden

Furche, der Fissura parieto-occipitalis. Diese Fissura parieto-occipitalis greift manchmal sehr weit über die Innenfläche hinaus und verläuft als tiefe senkrechte Furche aussen über die Hemisphäre. Das ist namentlich häufig bei Idiotengehirnen der Fall.

In die Fissura parieto-occipitalis mündet in spitzem Winkel die Fissura calcarina. Diese Furche liegt gerade in der Aussenwand des früher genannten Hinterhorns des Seitenventrikels. Die durch sie eingestülpte Hirnwand markirt sich als länglicher Wulst in dem Hinterhorn. Dieser Wulst wird als Calcar avis oder als Pes hippocampi minor bezeichnet. Der dreieckige von den beiden letztgenannten Furchen eingeschlossene Rindentheil heisst Cuneus. Suchen Sie sich jetzt die Spitze desselben auf, so finden Sie oben oder auch mehr in der Tiefe eine kleine Uebergangswindung zum Ende des Gyrus fornicatus, der vorn an der Spitze des Keiles vorbeizieht. Behalten Sie diese ziemlich schmale Stelle des Gyrus fornicatus im Auge; Sie sehen, dass derselbe sich von da als sich rasch wieder verbreiternde Windung bis zur Spitze des Schläfenlappens fortsetzt, wo er mit einer hakenförmigen Umbiegung, dem Uncus oder Gyrus uncinatus endet. Dieser Schläfenlappen-Antheil des Gyrus fornicatus heisst Gyrus Hippocampi. Von hinten mündet, wie Sie an der Figur gut sehen, noch ein kleiner länglicher Gyrus des Occipitallappens in den Gyrus Hippocampi, er heisst Lobus lingualis (zungenförmiges Läppchen).

Wie ich Ihnen vorhin gezeigt, bildet der Fornix den Rand der Hemisphäre. Das erste auf diesen folgende Stück der Hirnwand ist der eben genannte Gyrus Hippocampi, der also dem Fornix dicht anliegt. Nach aussen von ihm liegt der Hohlraum des Ventrikels, das Unterhorn.

Von der Schädelhöhle ist der Ventrikel an dieser Stelle nur durch eine dünne Gefässe führende Membran, die Fortsetzung des ja überall an den Fornix grenzenden Plexus choroideus getrennt.

Der Gyrus Hippocampi kann als die Randwindung der Hemisphäre bezeichnet werden. Er ist noch von Rinde überzogen, aber jenseits, nach dem Unterhorn hin, hört die Rinde auf und es liegt dicht am Ventrikel das weisse Mark blos, nicht mehr grau überzogen, wie auf der ganzen Aussenseite des Gehirnes. Dieses Mark, ein langer dünner weisser Streif, setzt sich direct nach oben in den Fornix fort; es heisst Fimbria (Fig. 19 *F'*).

Die Randwindung ist durch eine Furche ihrer äusseren Oberfläche, die Fissura Hippocampi, in den Hohlraum des Unterhorns vorgetrieben; der dadurch längs des ganzen Unterhornbodens entstehende Wulst führt seit Alters den Namen Cornu Ammonis oder Pes Hippocampi maior.

Dadurch, dass die Rinde des Gyrus Hippocampi, ehe sie überhaupt aufhört und das Markweiss frei lässt, noch durch jene Furche eingestülpt wird, entsteht ein eigenthümliches, etwas complicirtes Bild, wenn man sie quer durchschneidet. Ueber die Hirnoberfläche zieht die Rinde sonst con-

tinuirlich dahin, wie es auf Fig. 33a abgebildet ist, am Randwulst aber endigt sie, wie Fig. 33b es andeutet, nahe dem Ventrikel und lässt den weissen etwas umgebogenen Saum (die Fimbria) frei. Die Einstülpung, welche sie erfährt, ehe sie dort endet, soll Fig. 33b zeigen. Zwischen Gyrus Hippocampi und dem freien Markrand der Hemisphäre (Fimbria — Fornix) liegt aber noch ein kleiner bislang absichtlich unerwähnter Windungszug, der vom Balkenende hinab zur Spitze des Schläfenlappens zieht und also ebenfalls in die Configuration des Ammonshornes eingeht. Auf dem vorhin demonstrirten Sagittalschnitt wollen Sie diese als G y r u s d e n t a t u s, sive F a s c i a d e n t a t a bezeichnete dünne Windung aufsuchen, um sich deren Lage zu Fornix und Ammonswindung ganz klar zu machen. Sie legt sich, wie Sie dort sehen, gerade vor die durch die Furche gebildete Einrollung der Ammonsrinde, deren Querschnitt also nicht durch Fig. 33b, sondern richtiger durch Fig. 34 wiedergegeben wird.



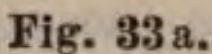


Fig. 33a.



Fig. 33b.



Fig. 34.

Das Ammonshorn ist also die Vorstülpung, welche im Ventrikel dadurch entsteht, dass der Gyrus Hippocampi durch die gleichnamige Fissura eingebogen wird. Dadurch, dass die Gyrusrinde gerade an dieser Stelle endigt, dadurch, dass der Hemisphärenrand als Fimbria und der Gyrus dentatus über dieser Einstülpung hin verlaufen, entsteht das complicirte Querschnittsbild des Cornu Ammonis.

Die Lage der Ammonswindung zum Unterhorn des Seitenventrikels wird durch Fig. 19, Fig. 32 und Fig. 38 klar.

Der Gyrus fornicatus und seine Fortsetzung, der Gyrus Hippocampi, werden beim Embryo ziemlich früh angelegt. Es tritt nämlich dorsal vom Hemisphärenrand (Fornixbogen) bei allen Säugethieren eine Furche auf, die, dem Rande parallell, auch mit ihm in den Schläfenlappen hinabzieht, die Ammonsfurche, Fissura Hippocampi. Der Windungszug, den sie zwischen sich und dem Fornix lässt, ist die R a n d w i n d u n g. In dem frontaleren Hirngebiet brechen zwischen dieser und dem Fornix die Balkenfasern durch, dort heisst sie Gyrus fornicatus, in der caudaleren grenzt aber die nun als G y r u s H i p p o c a m p i, Ammonswindung, bezeichnete Windung fast direct an den Fornix. Bei niederen Säugethieren ist der Balken

und mit ihm der Gyrus fornicatus sehr kurz. Nur beim Menschen und den Affen ist der Balken so lang, dass der Gyrus Hippocampi erst im Schläfenlappen beginnt. Wenn Sie nun noch einmal sich die Oberfläche des Balkens betrachten wollen, so erblicken Sie auf diesem jederseits einen dünnen grauen Längsstreifen (Fig. 18 *Lt.*). Das ist die Fortsetzung jener schon im Ammonshorn atrophischen Windung, des Gyrus dentatus. Man bezeichnet sie als Stria longitudinalis Lancisi.

Alle die Windungen, die um den Rand der Hemisphären herumliegen, der Gyrus fornicatus und der Gyrus hippocampi, der Lancisi'sche Streifen und die Fascia dentata sind bei Thieren mit sehr ausgebildetem Riechorgan stark entwickelt, bei solchen, welche, wie die Menschen, kleine Riechlappen haben, ziemlich atrophisch, und beim Delphin, der gar keinen Riechlappen hat, sind sie aufs höchste zurückgebildet (Zuckerkandl). Am hinteren Ende des Balkens sieht man manchmal einen kurzen Windungszug in der Richtung nach dem Fornix sich erstrecken, mit dem er verschmilzt. Das ist der Gyrus callosus, der beim Menschen auch nur als sehr atrophisches, nicht einmal constantes Gebilde vorkommt.

Am frischen Gehirn wollen Sie an der Spitze des Schläfenlappens innen den Gyrus uncinatus aufsuchen und von da an den Gyrus Hippocampi nach oben verfolgen. Dann suchen Sie den leicht findbaren Bogen des Fornix über dem hinteren Theil des Thalamus und constatiren, wie er in die Fimbria übergeht, welche bis nahe an die Spitze des Cornu Ammonis als weisser Markstreif sichtbar ist. Schliesslich legen Sie einen Frontalschnitt an, der über die Lage der genannten Gebilde zum Unterhorn Aufschluss geben wird.

An der Basis des Gehirnes finden sich ausser der Fissura Hippocampi, die eigentlich der Innenseite angehört, nur noch wenige wichtige Furchen. An der Unterfläche der Stirnlappen liegen die Sulci orbitales und olfactorii. Die Windungen zwischen ihnen werden als Fortsetzungen der Stirnwindungen mit dem Namen der betreffenden an sie grenzenden Windung bezeichnet. Die Unterfläche des Occipital- und Temporallappens ist wesentlich in der Längsrichtung gefurcht. Eine dritte und vierte Temporalfurche lassen sich oft nachweisen. Die letztere, welche sich nach hinten bis in den Occipitallappen erstreckt, hat man Fissura occipito-temporalis genannt. Sie grenzt die Ammonswindung von den Windungen des Schläfenlappens ab. Die nach aussen von ihr liegende Schläfenwindung (die vierte Schläfenwindung) hat den Namen Gyrus occipito-temporalis erhalten.

Unsere Kenntniss vom Verlauf der Hirnwindungen entstammt Untersuchungen von Burdach (mediale Seite), Leuret, Gratiolet, Meynert (vergleichend anatomisch), Bischoff, Ecker, Pansch (wachsendes und reifes Gehirn). Ausserdem existiren zahlreiche Untersuchungen über einzelne Rindengebiete, über die am Hirnrand verlaufenden Züge, z. B. von Broca und von Zuckerkandl, über die Insel von Eberstaller und von Guldberg, über die Interparietalfurche von Rüdinger. Daneben

besitzen wir sehr viele Monographien über die Hirnoberfläche verschiedener Säuger (anthropomorphe Affen von Bischoff, Lemuren von Flower und von Gervais, Wale von Guldberg, Ungulaten von Krueg, Raubthiere von Meynert und Pansch u. v. A.). Die zahlreichen Varietäten, welche beim Menschen im Verlaufe der einzelnen Windungen und Furchen auftreten können, sind nicht nur von der Mehrzahl der oben genannten Autoren studirt worden, sondern haben in D. Sernow auch einen eigenen Bearbeiter gefunden.

Es liegt, meine Herren, nicht im Plane dieser Vorlesungen, die reiche Fülle von Thatsachen mitzutheilen, welche die Physiologie über die Functionen

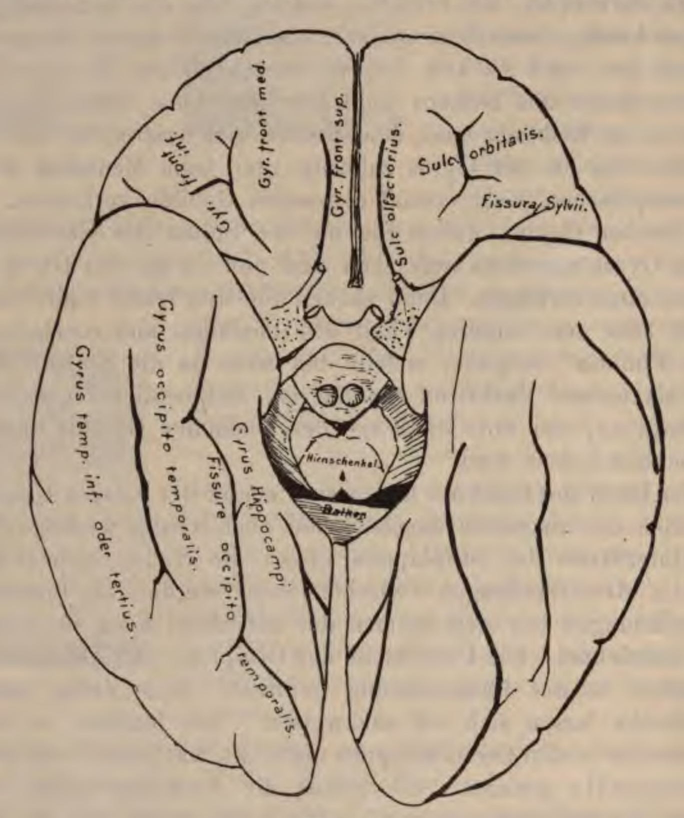


Fig. 35.
Die Windungen an der Hirnbasis (schematisirt) nach Ecker.

der einzelnen Hirntheile ermittelt hat. Die Lehre von der Function der Hirnrinde ist noch durchaus im Werden begriffen, ist noch nach keiner Seite hin abgeschlossen. Ich muss aber auf die Lehrbücher der Physiologie hier verweisen, welche Ihnen vielfach mustergültige Darstellungen bieten. Im Allgemeinen kann man sagen, dass über die Erscheinungen, welche nach Verletzung der Rinde auftreten, mehr sicher gestellt ist für den Menschen als für das Thier. Das Folgende enthält eine nur ganz kurze Uebersicht dieser Symptome:

Störungen, welche den normalen Aufbau und das normale Functioniren der Hirnrinde treffen, erzeugen beim Menschen je nach der Stelle, wo sie sitzen,

verschiedene Symptome. Es sind bislang schon mehrere hundert gut beobachtete Fälle von Rindenerkrankung bekannt und man kann durch Vergleichung der einzelnen untereinander zu folgenden Schlüssen kommen:

Von jedem Punkte der Hirnrinde aus können motorische Reizerscheinungen (von Zuckungen einzelner Muskeln bis zur Epilepsie) zu Stande kommen. Es existirt aber eine Zone des Gehirns, welche die beiden Centralwindungen umfasst, bei deren Erkrankung fast immer Störungen der Motilität in der gekreuzten Körperhälfte auftreten. Diese Störungen zerfallen in Reizerscheinungen und Ausfallerscheinungen. Die Reizerscheinungen äussern sich durch Krämpfe, die Ausfallerscheinungen durch mehr oder weniger hochgradiges Unvermögen, die Muskeln durch den Willen in Bewegung zu setzen, oft nur durch ein Schwächegefühl oder durch Ungeschicktheit zu complicirteren Bewegungen.

Durch genaue Analysirung der bekannten Krankheitsfälle lässt sich feststellen, dass bei Erkrankung des oberen Theiles beider Centralwindungen und

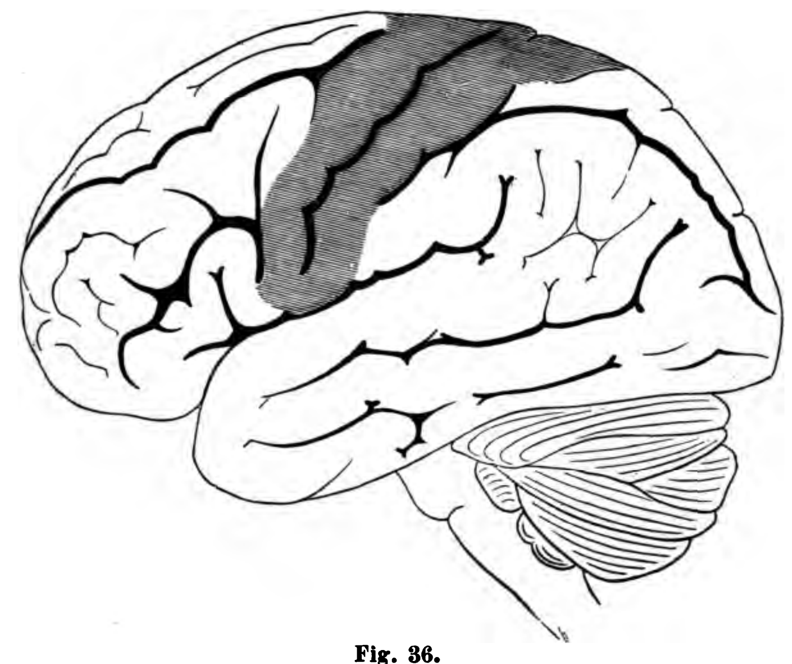


Fig. 36.
Seitenansicht des Gehirnes. Das „motorische Rindenfeld“ durch Schattirung hervorgehoben (nach Exner).

des Paracentrallappens vorwiegend in dem Beine die Bewegungsstörungen sich geltend machen, dass, wenn das untere Ende der Centralwindungen befallen ist, das Facialis- und das Hypoglossusgebiet getroffen werden, und dass Bewegungsstörungen in der Oberextremität namentlich durch Erkrankung etwa des mittleren und eines Theiles des oberen Drittels der betreffenden Windungen erzeugt werden können. Die Trennung der einzelnen „Centren“ von einander ist keine scharfe.

Vollkommene Zerstörung einzelner Theile der Centralwindungen kann beim Menschen zu dauernder Lähmung der mit ihnen zusammenhängenden Muskeln führen. Fast immer gerathen die gelähmten Muskeln in Contractur.

Erkrankungen, welche die Rinde der unteren Stirnwindung oder der Insel treffen, führen, wenn sie links sitzen, meist dazu, dass der Befallene die Sprache

mehr oder weniger vollkommen verliert, obgleich seine Sprechwerkzeuge noch ganz normal innervirt werden können und er Gesprochenes oft noch ganz wohl versteht. Das Verstehen des laut Gesprochenen scheint dann unmöglich zu werden, wenn die obere Temporalwindung zerstört ist.

Erkrankungen im Bereich eines Hinterhauptlappens können zu Sehstörung führen, welche sich als Sehschwäche oder Blindheit auf der äusseren Seite des Auges der erkrankten und der inneren Seite des Auges der gekreuzten Seite äussert (s. u.).

Die Sensibilität kann bei Hirnrindenerkrankungen auch leiden. Namentlich werden Gefühle von Taubheit, von Schwere, dann hochgradige Störungen des Muskelgefühles beobachtet. Für den Tastsinn ist es die Regel, dass er zunächst abgestumpft erscheint, so weit die Beurtheilung des Gefühlten in Frage kommt, dass aber doch ganz feine Reize als Tastreize erkannt werden, wenn sie nur recht einfacher Natur sind. (Berühren mit einer Flaumfeder, einer Nadelspitze etc.) Stellen der Hirnrinde, von denen aus häufiger als von anderen Störungen der Sensibilität entstehen, sind nicht sicher bekannt. Jedenfalls können bei Erkrankungen, die im Bereich der Centralwindungen und ihrer Nachbarschaft sitzen, Sensibilitätsstörungen auftreten.

Die Lähmungen, welche nur durch Erkrankungen der Hirnrinde entstehen, sind fast nie so complet wie die, welche durch Zerstörung der peripheren Nerven oder ihrer nächsten Enden im Rückenmark erzeugt werden. Bei Thieren gelingt es überhaupt nicht, durch Wegnehmen der Rinde in der motorischen Zone oder des ganzen Hirnstückes, welches diese Zone enthält, dauernde Lähmung zu erzielen. Wohl aber kann man bei ihnen durch Reizung der Hirnrinde an circumscripten Stellen fast jedesmal von der gleichen Rindenstelle aus die gleichen Muskeln zur Contraction bringen.

So viel ist bislang durch die Versuche an Thieren und durch die Ergebnisse der Pathologie als festgestellt anzusehen, dass die eigentlichen motorischen Centren der peripheren Nerven tief unten, vom Mittelhirn bis zum Rückenmark sitzen, dass diese aber mit höher oben in der Hemisphärenrinde gelegenen „Centren“ derart verbunden sind, dass Reizung dieser Centren eine Bewegung auslöst. Darüber schwebt namentlich der Streit, von welcher Natur und Wichtigkeit der Einfluss der höheren auf die tieferen Centren sei. Deshalb bemüht man sich möglichst genau die Erscheinungen zu studiren, welche nach Wegnahme von Rindenpartien auftreten. Zweifellos ist auch die Dignität der Hirnrinde bei verschiedenen Thieren eine verschiedene. Während Wegnahme des ganzen Grosshirns bei niederen Thieren die Fähigkeit, gröbere Bewegungen mit guter Kraft auszuführen, nicht aufhebt, treten bei Säugethieren nach Zerstörung circumscripter Partien der motorischen Zone rasch vorübergehende Lähmungen auf, und beim Menschen führt gar die Erkrankung auch relativ kleiner Theile der Rinde oft zu dauernden Lähmungen. Offenbar können alle motorischen und viele sensorisch-psychischen Functionen von tiefer liegenden Hirntheilen ausgeführt werden. Je höher man aber in der Thierreihe aufsteigt, um so mehr wird bei der Gehirnthätigkeit die Rinde mit in Anspruch genommen, um so mehr spielt das Bewusstsein mit. Der Mensch hat in dieser Beziehung eine Stufe erreicht, auf der viele der betreffenden Functionen gar nicht mehr ohne Theilnahme der Rinde ausgeführt werden können. Bei den Säugethieren werden alle möglichen Uebergangsstadien beobachtet. So erklärt es sich, dass zwar bei den letzteren durch Reizung der Rinde die einzelnen Muskeln etc. beeinflusst werden können, dass die betreffenden Rindenpartien aber für die betreffenden Bewegungen noch nicht unentbehrlich sind. Beim Menschen ist es der grössere Theil der Vorderhirnoberfläche geworden.

Fünfte Vorlesung.

Die Rinde des Vorderhirnes und das Markweiss der Hemisphären, die Commissuren und der Stabkranz.

M. H.! Sie haben in der letzten Vorlesung die Form der Hirnoberfläche, die Furchen, welche sie durchziehen, die Windungen, die sich auf ihr erheben, kennen gelernt.

Die heutige Stunde soll sie näher bekannt machen mit dem Bau der Hirnrinde, sie soll Ihnen einen allgemeinen Ueberblick geben über die Verbindungen der Rindengebiete unter sich und mit tiefer gelegenen Gebilden.

Wir kennen den feineren Aufbau der Rinde nur erst in seinen Elementen. Noch fehlt uns das Wissen von den Verbindungen dieser Elemente unter einander und damit leider noch das eigentliche Verständniss für die anatomische Grundlage des grossen Seelenorgans. Es unterliegt kaum noch einem Zweifel, dass wir die Hirnrinde als Ganzes, als den Ort ansehen dürfen, wo sich die meisten derjenigen seelischen Processe abspielen, die uns zum Bewusstsein kommen, dass in ihr der Sitz des Gedächtnisses ist, dass von ihr die bewussten Willensacte ausgehen.

Die ganze Hemisphäre ist von der Rinde überzogen. Dieselbe hat an der Convexität nicht überall genau den gleichen Bau. Wenn auch eine Art Grundtypus existirt, so lassen sich doch je nach der Hirnregion, die man untersucht, geringere oder grössere Differenzen in den Schichten auffinden, in welche die Ganglienzellen und Nervenfasern der Rinde angeordnet sind. Nie geht ein Rindentypus plötzlich in einen anderen über. Da aber diese anatomischen Verschiedenheiten in ihrer Bedeutung noch ganz unverstanden dastehen, so wollen wir uns heute nur die Rinde einer Region, des Stirnlappens, betrachten. Dort liegt dicht unter der Pia eine Schicht Neuroglia mit zahlreichen Gliazellen; in ihr (1 der umstehenden Figur) liegt ein dichtes Flechtwerk feiner markhaltiger Fasern. Erst unter dieser „Neurogliaschicht" begegnen uns die eigentlichen Ganglienzellen der Rinde. Sie haben alle mehr oder weniger deutliche Pyramidenform und senden Spitzenfortsätze, Lateralfortsätze und Axencylinder aus. Das Aussehen und die Lage der ersteren wird aus der Abbildung klar, schwieriger ist es, jedesmal denjenigen Fortsatz zu erkennen, welcher zum Axencylinder wird. Nach Golgi kommen an jeder Stelle der Rinde Zellen mit verzweigtem und solche mit unverzweigtem Axencylinderfortsatz vor. Die meisten dieser Fortsätze sind nach innen gegen das Mark hin gerichtet. Die Pyramidenzellen der Rinde sind um so grösser, ihr Spitzenfortsatz ist um so länger, je tiefer sie liegen. Man kann nach der Zellgrösse in der Hirnrinde weitere Schichten unterscheiden. Unter der mit 1 bezeichneten Glialage beginnt die Schicht der kleinen Zellen (2. Schicht). Sie geht unmerklich in die 3. Schicht, die der grossen Rindenpyramiden,

über. Die auf diese folgende 4. Lage besteht wieder aus kleineren und nicht regelmässig pyramidenförmigen Zellen. Möglicher Weise aber sind sie doch von der gleichen Art wie die weiter aussen liegenden und sind sie nur nicht zur vollen Entwicklung gekommen. Denn sie liegen eingeklemmt zwischen der Masse der in die Rinde dringenden Markfasern. Diese Fasern zerfahren, in der Rinde angekommen, in zahlreiche feine Züge, und diese lösen sich dann allmälig in weiter aussen liegenden Lagen auf, respective treten in Verbindung mit den Axencylindern der Zellen. Sie sehen ausser diesen Zügen noch zahlreiche andere markhaltige Nervenfasern in der Rinde. Woher diese kommen, wohin sie gehen, das ist noch ganz unbekannt.

Fig. 37.
Schnitt durch die Rinde einer Stirnwindung. Rechts nach einem mit Weigert'schen Hämatoxylin gefärbten Präparate, links nach Präparaten, die nach Golgi mit Sublimat behandelt waren. Rechts sind nur die Fasern, links nur die Zellen deutlich. Der letzteren sind mehr vorhanden als gezeichnet wurden. Da sich bei der Golgi'schen Methode Hohlräume um Zellen und Ausläufer erfüllen, so erscheinen diese grösser als sie wirklich sind.

Harrt also auch noch, wie ich Ihnen vorhin sagte, der letzte Mechanismus des Denkorganes der Aufklärung, so sind wir dieser doch in den letzten Jahren namentlich durch die verfeinerten technischen Methoden näher gekommen. So lange wir alle diese Fasern ihrem Wesen nach noch nicht richtig benennen können, wird es behufs Verständigung, bei pathologisch-anatomischen Untersuchungen z. B., zweckmässig sein, provisorische Namen für sie einzuführen. Wir wollen unterscheiden 1. Radii, Markstrahlen, 2. interradiäres Flechtwerk, zumeist aus der Oberfläche parallelen Fasern bestehend, 3. superradiäres Faserwerk und 4. Tangentialfasern. An der Grenze zwischen dem superradiären und dem interradiären Flechtwerk verdichtet sich das letztere besonders stark. Diese überall auch mit blossem Auge als weisser Streif sichtbare Schicht ist namentlich im Bereich des Cuneus so dicht, dass sie dort besonders leicht erkannt wird. Man bezeichnet sie als Gennarischen Streif oder nach ihrem späteren

Wiederbeschreiber meist als Baillarger'schen speciell im Cuneus als Vicq d'Azyr'schen Streifen. Doch liegt im Occipitallappen der Streif etwas tiefer in der dritten Schicht, näher der vierten, nicht so hoch oben, wie er in Fig. 37 für den Stirnlappen abgebildet ist.

Wie ich vorhin erwähnte, ist die Hirnrinde nicht an allen Stellen der Oberfläche gleich gebaut. Ausser der durch den Gennari'schen Streifen besonders charakterisirten Rinde in der Gegend der Fissura calcarina, hat



Fig. 38.

Schnitt durch die Hirnbasis und die unter ihr liegende Ammonswindung. Nach einem mit Hämatoxylinkupferlack gefärbten Präparat. Der Plexus choroides etwas einfacher gezeichnet, als er es beim Erwachsenen ist. Man beachte, dass und wie er den Ventrikel vom Schädelraum abschliesst.

namentlich die Randwindung durch die im Bereich des Ammonshornes erfolgende Aufrollung und den sich dort einlegenden atrophischen Rindenstreif des Gyrus dentatus ein besonderes Aussehen. Die Pyramidenzellen der Ammonswindung gehen nicht unmittelbar in diejenigen des Gyrus dentatus über, wie es nach dem Schema der Fig. 34 zu erwarten wäre. Sie enden vielmehr unregelmässig durcheinander geworfen (bei *a* der Fig. 38), und dieser unregelmässige Haufen wird dann von dem Halbbogen der regel-

mässig stehenden Zellen des Gyrus dentatus umschlungen. Diese und die übrigen Schichten, welche durch die Aufrollung entstehen, haben leider besondere Namen erhalten. Da wir aber jetzt für die meisten Formverhältnisse des Ammonshornes wissen, welchen Theilen der übrigen Rinde sie entsprechen, ist es besser, das Ammonshorn genetisch zu betrachten und sich das Verstehen und Behalten dieser Formation nicht durch die alten Namen stören zu lassen.

Wollen Sie an der folgenden Abbildung von unten nach oben gehend zunächst die Rinde verfolgen. Sie sehen, dass schon weit ventral von ihrer Aufrollung die Schicht der oberflächlichen Markfasern sich stark vermehrt. Nirgendwo am Gehirn sieht man so gut wie an dieser Stelle, dass diese hier zumeist in der Längsaxe des Gehirnes verlaufenden Bündel aus den Markstrahlen stammen. Nahe am Gyrus dentatus tritt ein Theil dieser Fasern in eine etwas tiefer liegende Rindenschicht, der andere bleibt oberflächlich und verschmilzt fast mit der ihn hier berührenden analogen Schicht des Gyrus dentatus. Aus der Rinde ziehen nach innen wie überall die Markstrahlen. Im Bereich der Ammonswindung entspringen aber ihrer so wenig, dass sie nicht ein dickes Marklager unter ihr, sondern nur einen dünnen Belag bilden. Dieser bedeckt die dem Ventrikel zugewandte Seite des Ammonshornes und sammelt sich an der Spitze der Aufrollung zu einem stärkeren, nicht mehr von Rinde aussen bedeckten Streif, dem Fornix. In diesen Markbelag gehen auch die spärlichen Fasern ein, welche aus dem kleinen Gyrus dentatus entspringen.

Der Verlauf zahlreicher Fasern innerhalb der Rinde ist bei der Ammonsformation verschieden von dem in anderen Rindentheilen. So lange aber Herkunft und Bedeutung des ganzen auf Fig. 37 Ihnen vorgeführten Netzes noch so unsicher sind, wird eine Schilderung der entsprechenden Verhältnisse am Ammonshorn Ihnen kein besonderes Interesse bieten.

Von grosser Wichtigkeit ist die Entdeckung von Tuczeck, dass bei der progressiven Paralyse der Irren zunächst das Netz der Nerven in Schicht 1 untergeht, und dass dann successive auch die Fasern in den tieferen Schichten bis in die vierte hinein schwinden.

Die Nervenfasern in der Hirnrinde bekommen erst sehr spät ihr Mark. Es tritt im neunten Fötalmonat zuerst im oberen Scheitellappen und der hinteren Centralwindung auf, im ersten Lebensmonate kommen hierzu einzelne Fäserchen in der vorderen Centralwindung, später, im 2.—3., beginnt im Occipitallappen die Markbildung der Rinde. Es ist wahrscheinlich, dass diese Verhältnisse mit der Zeit in Beziehung stehen, in der der Mensch in den einzelnen Hirngebieten Erinnerungsbilder abzulagern beginnt, dass sich mit dem Bewusstwerden von Sehvorstellungen z. B. erst die Rinde der Sehsphäre entwickelt.

Im späteren Leben werden immer ausgedehntere Bezirke markhaltig. Vom 3. Lebensjahre ab ist es aber nicht mehr möglich, objectiv diese Zunahme zu constatiren, weil schon zu viel in dieser Zeit markhaltig ist. Dennoch spricht die Wahrscheinlichkeit dafür, dass noch lange Jahre hindurch sich immer neue Bahnen dort entwickeln, dass immer neue Rindenbezirke „in Gebrauch genommen" werden.

Unter der Rinde liegt das Markweiss der Hemisphäre. Das gleichmässige Weiss, welches ein Schnitt durch das Centrum semiovale

dem blossen Auge bietet, wird vom Mikroskope aufgelöst in eine grosse Anzahl sich in mannigfachen Richtungen kreuzender, meist nur schwer zu verfolgender Fasern. Versuchen wir es, uns unter diesen, soweit dies bislang möglich, zu orientiren.

Wenn Sie Schnitte durch das frische Gehirn eines neugeborenen Kindes machen, so sehen Sie, dass unter der Rinde fast überall eine eigenthümliche, grauroth durchscheinende Masse liegt, in der nur an einer schmalen Stelle, unter dem oberen Theil der hinteren Centralwindung und in ihrer Nachbarschaft, weisse Nervenfasern zu finden sind. Erst im Laufe der ersten Lebensmonate umgeben sich auch andere Nervenbahnen mit Mark; zunächst meist solche, die von der Rinde nach abwärts ziehen, bald aber auch Züge, die einzelne Rindengebiete mit einander verknüpfen. Die letzteren, die Fibrae propriae der Rinde, sind am ausgewachsenen Gehirn ungemein zahlreich, überall spannen sie sich von Windung zu Windung, zur zunächstliegenden und zu entfernteren, ganze Lappen verbinden sie unter einander. Der Gedanke liegt nahe, dass diese „Associationsfasern" erst durch die Einübung zweier Hirnstellen zu gemeinsamer Action entstehen, respective sich als deutlich markumgebene Züge aus der indifferenten Nervenfasermasse herausbilden, wenn sie häufiger als andere Züge in Gebrauch genommen werden. Die Associationsfasern liegen zum grossen Theil dicht unter der Rinde, zu einem anderen Theil im Marklager der Hemisphären. Dies Fasersystem ist, wie Sie sehen, durchaus geeignet, alle Theile des Gehirnes unter einander in Verbindung zu bringen. Die mannigfachen Associationsvorgänge im Denken, in der Bewegung und der Empfindung, denen das Gehirn dient, finden möglicher Weise hier ihr anatomisches Substrat. Nicht unwahrscheinlich ist es, dass diese Fasern bei der Ausbreitung des epileptischen Anfalls eine wichtige Rolle spielen.

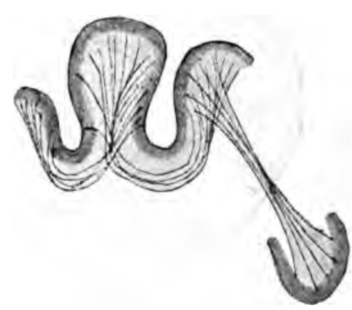
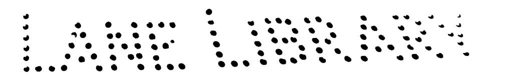


Fig. 39.
Schema der Fibrae propriae der Rinde.

Es ist möglich, bei Thieren durch Reizung einer Rindenstelle zunächst Zuckungen in den hierher gehörigen Muskeln, bei Steigerung des Reizes Krämpfe in der ganzen betreffenden Seite hervorzurufen; Krämpfe, deren Verlauf der Anordnung der betreffenden Centren in der Hirnrinde entspricht. Bei der Ausbreitung dieses Reizes wird nie ein benachbarter motorischer Punkt übersprungen. Die Krämpfe befallen, wenn sie sich völlig über die eine Körperhälfte verbreitet haben, unter Umständen (Intensität des Reizes, Disposition des Versuchsthieres) die andere Hälfte. Exstirpation der einzelnen motorischen Centren bedingt eine Ausschaltung der betreffenden Muskelgruppen aus dem Krampfbilde. Es ist nicht nöthig, dass die Rindenstelle, von der ein solcher Krampfanfall ausgelöst wird, gerade der motorischen Region angehört. Die erzeugten Krämpfe haben die grösste Aehnlichkeit mit dem Bilde der partiellen oder allgemeinen Epilepsie beim Menschen. Bei diesem kennt man, seit den Arbeiten von Hughlings Jackson namentlich, Epilepsieformen, welche mit Zuckun-



gen oder Krämpfen in einem Gliede beginnen und sich zuweilen über mehrere Glieder oder den ganzen Körper verbreiten, im letzteren Falle das ausgeprägte Bild des epileptischen Anfalles darstellend. Das Bewusstsein schwindet, so lange der Anfall partiell bleibt, durchaus nicht immer. Nach dem Anfalle bleiben zuweilen Lähmungen, meist in dem zuerst betroffenem Theil localisirt, zurück. Diese partielle oder Rindenepilepsie ist nicht von der klassischen Epilepsie zu trennen. Die letztere stellt wahrscheinlich nur eine in ihren ersten Anfängen rascher verlaufende Form dar.

Doch ist es nicht nöthig, dass die Ausbreitung eines Reizes von einer Rindenstelle auf eine andere oder auf das ganze Gehirn gerade auf dem Weg der Fibrae propriae erfolgt. Gar manche Wege bieten sich dar; so der durch das feine Nervennetz an der Oberfläche der Rinde, dann kann ja auch die ganze Rinde gleichzeitig beeinflusst werden durch eine Schwankung des Blutgehaltes ihrer Gefässe, und auch der anderen Wege liesse sich noch mancher finden.

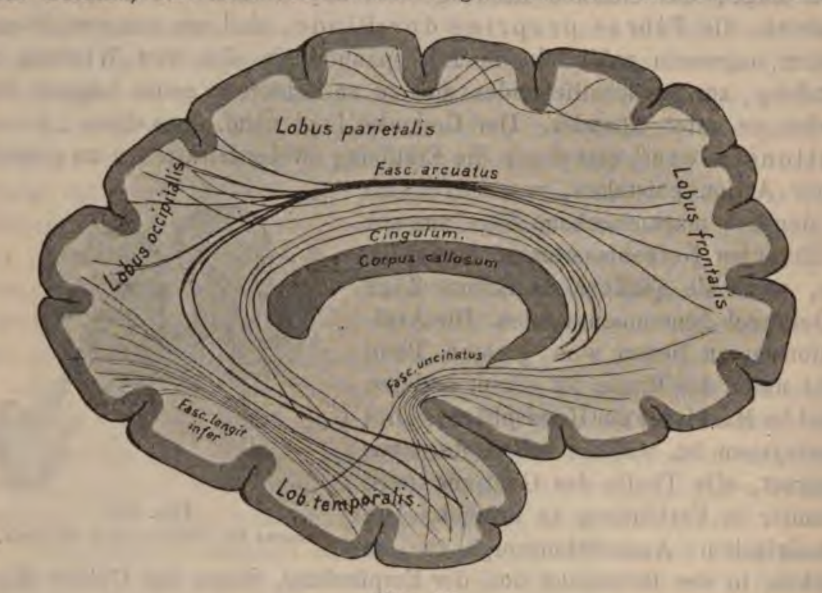


Fig. 40.
Schematische Darstellung eines Theiles der Associationsfasern einer Hemisphäre.

Die Verfolgung der Fibrae propriae zwischen zwei benachbarten Rindenbezirken ist, wenn man sich der Abfaserungsmethode bedient, nicht allzu schwer. Die Darstellung der Verbindungen weiter von einander liegender Rindengebiete ist viel schwieriger und führt gar leicht zu Kunstproducten, welche nur zum Theil dem wirklichen Faserverlauf entsprechen. Einigermassen sicher sind nur wenige Züge zu verfolgen. So das Hakenbündel, Fasciculus uncinatus, das Bogenbündel, Fasciculus arcuatus, das untere Längsbündel, Fasciculus longitudinalis inferior, die Zwinge, Cingulum und wenige andere. Den Verlauf dieser Züge mögen Sie aus vorstehendem Schema ersehen. In diesen grösseren Associationsbündeln sind übrigens nur ganz wenige, die ganz lange Fasern enthalten. Sie setzen sich vielmehr aus zahlreichen verschieden langen, von Strecke zu Strecke in gleicher Richtung laufenden

Fasern zusammen. Zu diesen Zügen, welche Theile einer Hemisphäre unter sich verbinden, kommen weiter Fasern, welche Theile einer Hirnhälfte mit den correspondirenden der anderen Hälfte verknüpfen. Diese Fasern verlaufen fast alle im Balken und in der vorderen Commissur, also quer durch beide Hirnhälften, von einer zur anderen ziehend.

Indem ich die makroskopischen Verhältnisse des Balkens, seine allgemeine Gestalt da wo er frei von anderer Hirnmasse ist, bei Ihnen, meine Herren, als bekannt voraussetze, bleibt mir nur wenig zur Erläuterung der nachstehenden Figur 41 zu sagen übrig.

Sie müssen sich denken, dass ebenso wie auf diesem etwa durch das Chiasma geführten Schnitte die Balkenfaserung querziehend zu sehen ist, auch in dem ganzen Hirngebiet über den beiden Seitenventrikeln solche Fasern laufen. Auch von hinten und von vorn her treten Fasern zu dem Balken. Die von der Innenseite des Gehirnes dargestellte Balkenfaserung bietet das nachstehende Bild (Fig. 42) dar, mit dessen Hülfe Sie sich dann leicht eine Gesammtvorstellung von der Balkenstrahlung machen können. Nur der dort als Tapetum bezeichnete Zug gehört nicht, wie man bisher meinte, zum Balken. Er ist auch in Fällen von Balkenmangel (Kaufmann, Onufrowics) vorhanden. Es zeigt sich dann, dass er die caudale Ausbreitung des Fasciculus arcuatus ist (s. Fig. 40).

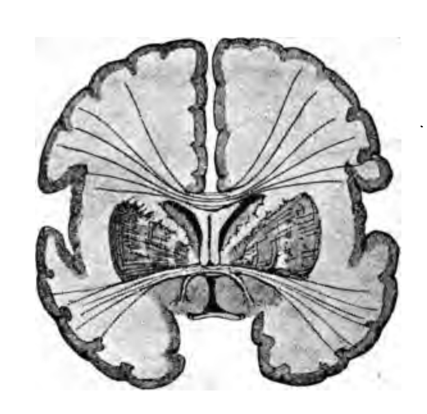


Fig. 41.
Frontalschnitt durch das Vorderhirn. Schema des Verlaufes von Balken und Commissura anterior.

Nahe dem Boden des dritten Ventrikels zieht quer an dessen vorderer Wand her, vor den Fornixschenkeln vorbei, eine zweite Fasermasse, die vordere Commissur. Sie lässt sich nicht so wie oben in der halbschematischen Figur angedeutet, auf einem Querschnitt verfolgen. Ihre Fasermasse krümmt sich vielmehr, indem sie das Corpus striatum durchzieht, beiderseits im Halbkreis nach unten und hinten und verliert sich im Marke des Lobus temporalis. Auf Fig. 46 ist dieser Bogen rechts und links aussen unter dem Nucleus lentiformis angeschnitten. Ein beim Menschen sehr kleiner, bei Thieren aber mächtig entwickelter Antheil dieser vorderen Commissur verbindet nur die Ursprungsgebiete der Nervi olfactorii mit einander (Riechlappenantheil der Commissura anterior). Es ist das kleine in der grauen Substanz abwärts steigende Bündelchen der Fig. 41 gemeint.

Aus allen Theilen der Vorderhirnrinde entspringen zahlreiche Fasern, welche das Vorderhirn mit den tiefer liegenden Theilen des Centralnervensystems verknüpfen. Sehr viele dringen in das Zwischenhirn ein, andere lassen sich bis zu den grauen Massen des Mittelhirns und bis zu den Nervenkernen der Brücke verfolgen, in denen sie zunächst zu enden scheinen.

Eine Anzahl zieht weiter hinab durch die Kapsel, den Hirnschenkel, die Brücke und das verlängerte Mark bis zum Rückenmark, wo die Fasern in verschiedenen Höhen in die graue Substanz eintreten.

Diese von der Rinde nach abwärts ziehenden Fasern bezeichnet man in ihrer Gesammtheit als Stabkranz. Sie machen sich kein schlechtes Bild von diesem, wenn Sie sich einmal den Sehhügel losgelöst unter der frei darüber schwebenden Kappe der Hemisphärenrinde denken und nun annehmen, dass von allen Theilen dieser Rinde gegen ihn hin Nervenfasern

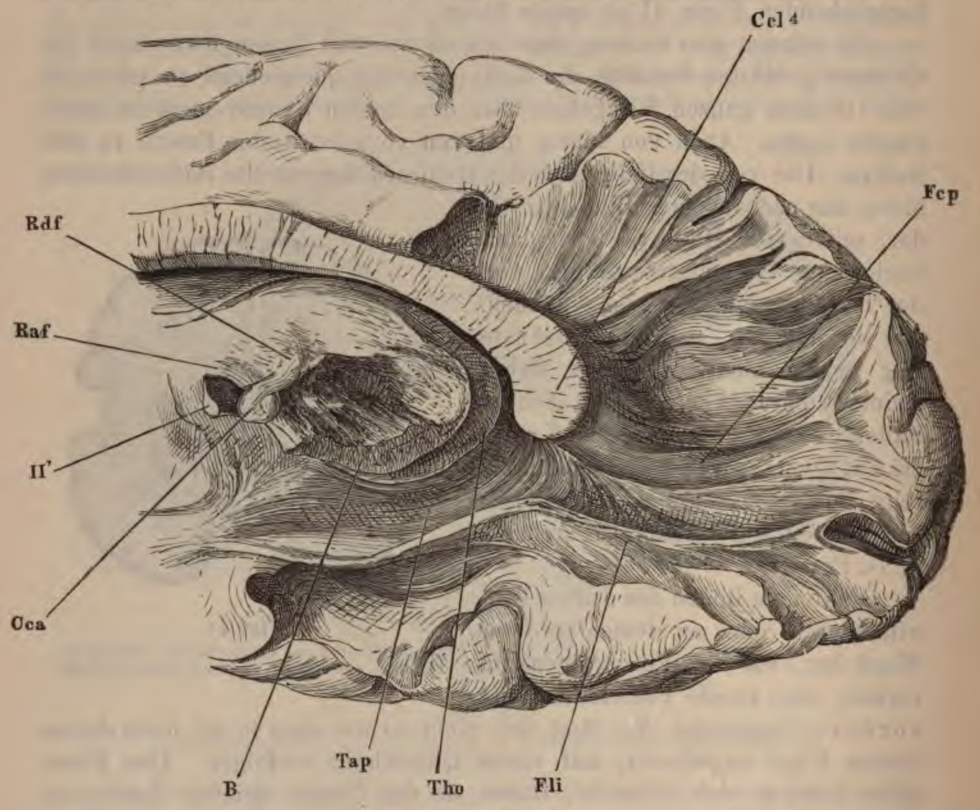


Fig. 42 (nach Henle).

Hinterer Theil der rechten Hemisphäre von innen gesehen. Durch Abbrechen mit der Pincette ist die Strahlung des hinteren Balkenendes, Splenium *Ccl*4, dargestellt. Die runde Masse unter dem Balken ist der Thalamus opticus *Tho*. Von der Wand des ihn umgebenden Ventrikels zieht das Tapetum *Tap* zum Balken. Auf dem Bilde ist auch ein Theil des Fasciculus longitudinalis inferior *Fli* zu sehen. Der Thalamus hat unter sich den Hirnschenkelfuss *B*. Die anderen Buchstabenbezeichnungen betreffen im Text erst später zu Erwähnendes: *Rdf* Viq d'Azyr'sches Bündel, *Raf* Fornix, *Cca* Corpus candicans, *II'* Nervus opticus. Der mit *Fcp*, Forceps, bezeichnete Zug gehört zur Balkenstrahlung.

verlaufen. Von diesen dringen Züge aus dem Stirnlappen, dem Parietallappen, dem Schläfen- und Hinterhauptlappen in ihn ein. Vielleicht auch noch Faserzüge aus der Rinde am Eingang der Fossa Sylvii und welche aus dem Ammonshorn (im Fornix verlaufend). Ein anderer Theil der Züge des Stabkranzes geht aber nicht in den Thalamus, sondern vor ihm, nach aussen vor ihm und nach hinten von ihm vorbei, weiter hinab, tieferen Endstationen zu.

Der Stabkranz setzt sich also zusammen aus Fasern, die zum Thalamus, und aus Fasern, die zu tiefer liegenden Theilen gehen.

Zum Thalamus gelangen fast aus der ganzen Rindenoberfläche Fasern und nicht nur so wenige Bündel, wie das nachstehende Schema zeigt. Diese Fasern vereinen sich nahe am Sehhügel zum Theil zu dichteren Bündeln, welche man als Stiele des Sehhügels bezeichnet.

Tiefer hinab ziehen Fasern:

1. Aus der Rinde der Centralwindungen und dem Paracentrallappen, also aus der motorischen Region des Gehirnes zu den Kernen der motorischen Nerven im Gehirn und Rückenmark (Pyramidenbahn).

2. Die Sprachbahn, zu den Kernen der beim Sprechen nothwendigen Nerven in der Oblongata. Ihr Ursprung in der Rinde der unteren Frontalwindung, ihr Verlauf durch das Marklager, aussen am Schwanz des Nucleus caudatus dahin und ihre Endigung in den betreffenden Kernen ist aus genau secirten, klinisch beobachteten Fällen erschlossen. Direct anatomisch dargestellt ist sie noch nicht. Die Sprachbahn liegt da, wo sie über den vorderen Theil des Nucleus lentiformis dahinzieht, der centralen Hypoglossusbahn sehr nahe.

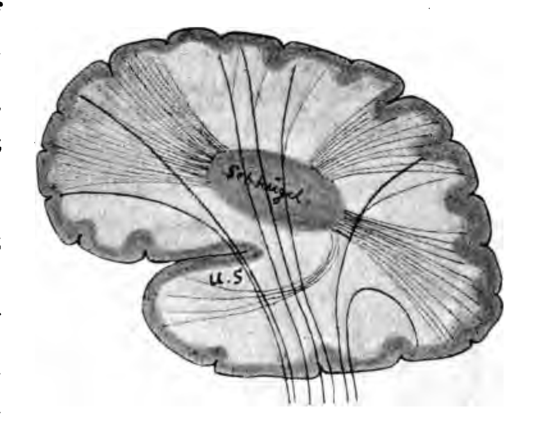


Fig. 43.
Schema der Stabkranzfaserung; der Stabkranz zum Thalamus besonders berücksichtigt. *U. S.* unterer Stiel.

3. Züge aus der Rinde der Stirnlappen zur Brücke, resp. den in ihr enthaltenen Ganglien (vordere Grosshirnrinden-Brückenbahn). Sie gelangen wahrscheinlich aus der Brücke in das Kleinhirn.

3. Aus der Rinde der Occipitallappen und Temporallappen, ebenfalls wahrscheinlich in den Brückenganglien endend (hintere Grosshirnrinden-Brückenbahn).

4. Aus der Rinde des oberen Parietallappens (und der hinteren Centralwindung?), vielleicht auch aus noch weiter hinten liegenden Rindengebieten, gelangen Züge in die innere Kapsel, welche zum Theil unter dem Thalamus weg nach dem Rückenmark zu ziehen, zum Theil sich in den Linsenkern einsenken. Sie durchziehen die beiden Innenglieder desselben und vereinigen sich dann wieder nahe der Hirnbasis zu einem dichteren Strang, dessen Verlauf wir später kennen lernen werden (Haubenstrahlung). Diese letzteren Fasern sind die ersten, welche sich im Grosshirn mit Mark umgeben. Sie allein sind bei Föten aus dem 8.—9. Monate als dünne weisse Züge in der inneren Kapsel, die zu dieser Zeit grau aussieht, zu erkennen (Fig. 2).

5. Aus dem Occipitallappen gelangen Fasern zu den Ursprungsstätten

des Nervus opticus. Sie verknüpfen die eigentlichen Opticuskerne mit der Rinde. Auf Fig. 44 ist diese „Sehstrahlung“ nach einem Horizontalschnitt durch das Gehirn eines 9 wöchentlichen Kindes eingezeichnet.

Ihre Zerstörung beim Menschen führt zu später zu schildernden Sehstörungen. Bei Thieren scheint sie von so grosser Wichtigkeit nicht zu sein, denn man kann die Hinterhauptrinde beiderseits zerstören, ohne dass dauernd wirkliche Blindheit eintritt. Auch für den Sehact liegen also die eigentlichen Centren tiefer, er kann fortbestehen, wenn nur diese erhalten sind, er erfährt aber doch eine Beeinträchtigung, wenn die Verbindung dieser Centren mit der Rinde zerstört wird. Am wichtigsten ist diese, wohl psychischen Processen dienende Verbindung beim Menschen, von anscheinend geringerer Wichtigkeit bei anderen Säugethieren; niederen Thieren, den Fischen z. B., fehlt sie ganz. Diese sehen, ohne überhaupt, die Teleostier wenigstens, etwas Anderes als eine dünne Epithelblase an Stelle eines Grosshirnes zu besitzen.



Fig. 44.
Horizontalschnitt (nach den Seiten etwas abfallend) durch das Gehirn.

Es existiren zweifellos noch eine ganze Anzahl verschiedener Stabkranzsysteme. Untersuchungen, die auf ein Finden solcher gerichtet sind, müssen an den Gehirnen von Kindern aus den ersten Lebensjahren angestellt werden. Dort umkleiden sich die Fasern zu verschiedenen Zeiten mit Mark und am Ende des zweiten Jahres ist, soweit wir jetzt wissen, der ganze Stabkranz markhaltig geworden.

Auf ihrem Wege nach abwärts treten die Stabkranzfasern in wichtige Beziehungen zu dem Corpus striatum und dem Thalamus opticus.

Sie convergiren naturgemäss und gelangen so in den Raum nach aussen vom Thalamus. Die Fasern aus den vorderen Hirntheilen müssen, um dahin zu kommen, das Corpus striatum durchbrechen. An dem folgenden horizontal durch das Grosshirn gelegten Schnitte wird Ihnen das klar werden.

Er ist etwa einen Finger breit unter dem in Fig. 19 gezeichneten angelegt. Sie müssen sich vorstellen, dass die beiden Halbkugeln der Hemisphären zum Theil abgetragen sind, und dass deren Stabkranzfaserung in

den knieförmig gebogenen weissen Streif der **inneren Kapsel** von oben her zog. Die Antheile der Kapsel aus dem Stirn- und Hinterhauptlappen fallen zum Theil in die Schnittebene. — Nur wenige Worte zur Erläuterung dieses Schnittbildes:

Stirnlappen, Hinterhaupt- und Schläfenlappen erkennen Sie sofort. Der letztere legt sich vor den Stammlappen und verbirgt so zum Theil die **Insula**. Wie in Fig. 19 sehen Sie vorn den quer abgeschnittenen Balken, ihm sich anschliessend das Septum pellucidum, an dessen hinterem Ende die Fornixschenkel aufsteigen.

Vorn, nach aussen vom Septum, liegt der diesmal angeschnittene Kopf des Nucleus caudatus. Sein Schwanz, der auf Fig. 19 längs dem Thalamus einherzog, ist nicht zu sehen. Er ist in der weggenommenen Hirnpartie enthalten. Nur ganz hinten aussen, nahe am Ammonshorn, sehen Sie noch ein Stück von ihm. Wie das zu Stande kommt, zeigt die folgende Skizze, welche einen frei präparirten Nucleus caudatus darstellt.

Der Schwanz des Nucleus caudatus krümmt sich nämlich in leichtem Bogen um den ganzen Hirnstamm und ist bis fast in die Spitze des Unterhornes zu verfolgen. Der ganze Kern muss also auf jedem Horizontalschnitt, wie ihn z. B. die Linie *a b* der Fig. 45 darstellt, in den tieferen Ebenen des Gehirnes zweimal getroffen werden.

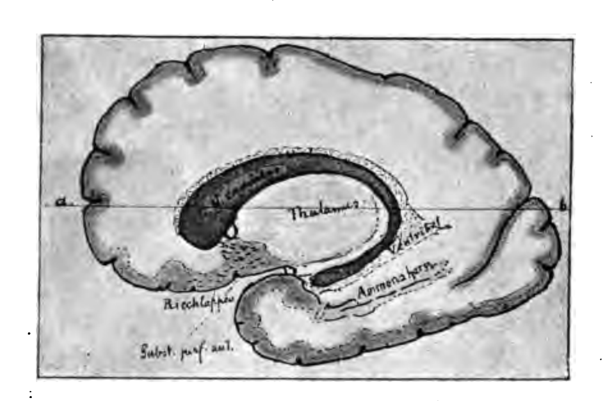


Fig. 45.
Nucleus caudatus in seiner ganzen Länge frei gelegt (schematisirt).

Nach aussen vom Kopf des Nucleus caudatus sehen Sie dicke weisse Faserzüge. Sie kommen von der Rinde des Stirnlappens und enthalten den betreffenden Theil des Sehhügel-Stabkranzes und die Stirnhirn-Brückenfasern. Diese Fasermasse muss, wie Sie an der Abbildung ersehen, um zum Thalamus und in die Brücke zu gelangen, das ihr im Wege liegende Ganglion des Corpus striatum durchschneiden. Der Theil, der nach innen liegen bleibt, ist eben der **Nucleus caudatus**, der Theil, der nach aussen zu liegen kommt, ist der **Nucleus lentiformis**. Beide sind übrigens nicht absolut durch die Fasern aus dem Stirnhirn von einander geschieden; es ziehen vielmehr zahlreiche Verbindungsbrücken zwischen ihnen hin. Die genannten Stabkranzfasern zum Thalamus, die Stirnhirnbrückenfasern, die Züge zwischen dem Kopf des Schwanzkerns und dem Linsenkern, schliesslich noch Fasern aus dem Schwanzkern zu den Innengliedern des Linsenkernes, alle diese Fasern zusammen constituiren die in unserem Horizontalschnitt getroffene weisse Fasermasse der **Capsula interna**.

Der Fig. 46 abgebildete Frontalschnitt soll das Bild ergänzen, welches der Horizontalschnitt von diesen Verhältnissen gab. Er trifft, sehr weit vorn liegend, wesentlich die Ganglien des Corpus striatum und zeigt ebenfalls deutlich die sie trennenden Fasern der Capsula interna.

Gestalt und Lage des Nucleus caudatus werden Ihnen wohl jetzt klar sein, schwerer wird es Ihnen fallen, von der eigenthümlich keilförmigen Figur des Linsenkernes sich ein Bild zu machen. Das Studium des Horizontalschnittes und des Frontalschnittes, Fig. 46, wird Ihnen dabei von grossem Nutzen sein. Diesem Ganglion lagern nach innen zu noch zwei weitere etwas heller graue Ganglienmassen an, die in enger Faserverbin-

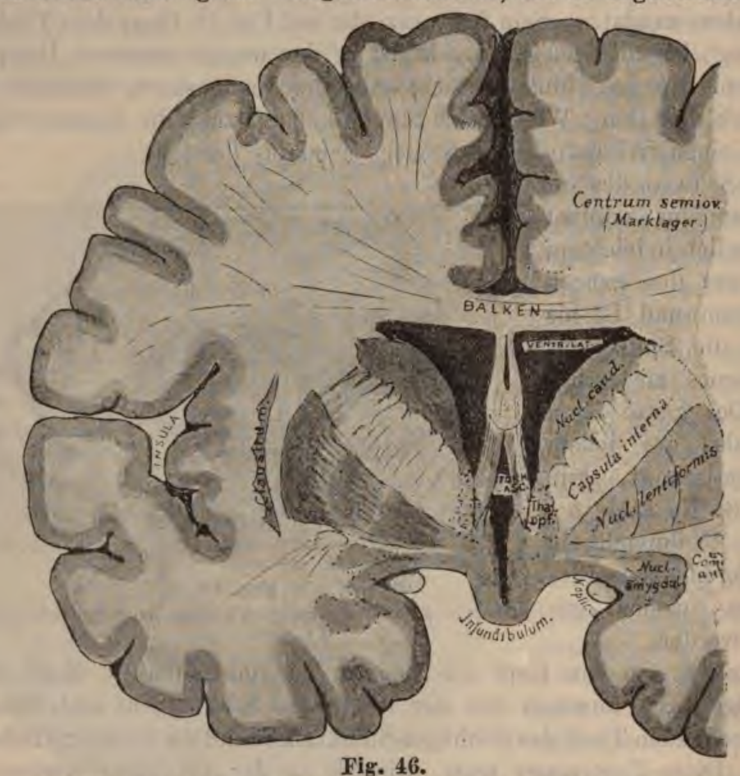


Fig. 46.
Frontalschnitt durch das Vorderhirn dicht hinter den aufsteigenden Fornixschenkeln.

dung mit ihm stehen. Man spricht daher gewöhnlich von dem dreifach gegliederten Linsenkern, wobei das breite dunklere äussere Glied, das Putamen, wahrscheinlich allein dem Nucleus caudatus morphologisch gleichwerthig ist. Dieser sendet seine Fasern, wie oben angedeutet wurde, durch den vorderen Schenkel der inneren Kapsel zu den zwei inneren Gliedern des Linsenkerns und vielleicht durch sie hindurch weiter hinab. Ganz ebenso verlaufen auch die Fasern des äusseren Gliedes des Linsenkernes.[1])

[1]) Die in den Ganglien des Corpus striatum entspringenden Fasern werden viel später markhaltig, als die Haubenstrahlung, welche die Innenglieder des Nucleus lenti-

Bei allen Wirbelthieren, von den Fischen bis hinauf zu den Vögeln, lässt sich ein starkes Faserbündel nachweisen, das im Corpus striatum entspringt und zum Theil in einem Thalamuskern endet, zum Theil weiter hinabzieht. Beim Menschen ist es schwer aufzufinden, weil sich zu viele Züge aus dem Mantelgebiet, der Rinde, ihm zugesellen. Doch habe ich dieses basale Vorderhirnbündel bei frühen Embryonen erkannt, und es sind wahrscheinlich seine Fasern, die Wernicke und Flechsig als aus dem Corpus striatum entspringend beschrieben haben. Der letztere hat auch die Verbindung mit dem Thalamus erkannt.

Nach aussen vom Corpus striatum liegt die Rinde der Insula Reili. In dem schmalen Streifen weisser Substanz, der zwischen Rinde und Ganglion liegt, in der Capsula externa, ist noch die längliche Ganglienzellenanhäufung, das Claustrum, eingelagert, die anatomisch sich etwas von der benachbarten Rinde unterscheidet.

Hinter dem Nucleus caudatus geht der Horizontalschnitt, Fig. 45, durch den Thalamus, das Zwischenhirn. Vor diesem entsteigen die Fornixschenkel der Tiefe; die Commissura media, ein dünnes Band aus grauer Masse, spannt sich zwischen beiden Sehhügeln aus. Nach aussen vom Thalamus liegt der hintere Schenkel der inneren Kapsel. Die Stelle, wo beide Schenkel zusammenstossen, hat man Knie der Kapsel genannt. Prägen Sie die eigenthümliche im Winkel abgebogene Form der Capsula interna Ihrem Gedächtnisse wohl ein. Die Lage der einzelnen Stabkranzantheile zu den beiden Winkeln ist überaus wichtig und wahrscheinlich annähernd constant. Im hinteren Schenkel liegt, meist nicht weit vom Knie, die Faserung aus der motorischen Zone für die Extremitäten (Pyramidenbahn), dicht vor ihr Züge, die zum Facialis- und Hypoglossuskern in Beziehung stehen und aus dem unteren Ende der vorderen Centralwindung stammen.

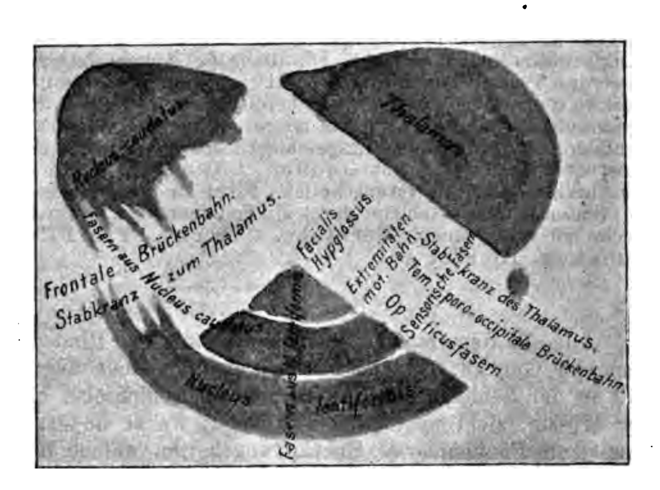


Fig. 47.
Schema der Capsula interna, in welches die Lage der meisten Faserzüge, welche in sie eingehen, eingeschrieben ist.

Hinter der Pyramidenbahn werden, etwa im letzten Drittel des Schenkels oder etwas mehr nach vorn, die als Haubenstrahlung bezeichneten

formis durchsetzt. Dadurch wurde es möglich, diese beiden verschiedenen Faserarten, welche sich beim Erwachsenen eng vermischen, von einander zu scheiden.

Züge getroffen, und nach hinten sich ihnen anschliessend liegt der Zug aus dem Occipitallappen zum Opticusursprung. In dieser Gegend müssen sich, klinischen Thatsachen zu Folge, auch Fasern von der Temporalrinde zum Acusticuskern befinden und auch solche vertreten sein, welche irgendwie zum Geruch in Beziehung stehen. So treffen im letzten Drittel des hinteren Schenkels der inneren Kapsel alle Fasern für das Gefühl und für die Sinnesnerven zusammen. Ausserdem aber liegen hier noch Stabkranzfasern zum Thalamus aus der Schläfen- und Occipitalrinde und die temporooccipitale Brückenbahn. Die vorstehende Figur giebt die Lage der einzelnen die Capsula interna zusammensetzenden Züge zu einander schematisch wieder.

Mit der Histiologie der Hirnrinde und mit den feineren anatomischen Verhältnissen ihres Aufbaues haben sich zahlreiche Forscher beschäftigt. Je mehr bisher da gearbeitet wurde, um so schwieriger erschien die Lösung des Problemes. Immer neue, immer verwickeltere Verhältnisse wurden bekannt. Baillarger, Bevan Lewis, Clarke, Gerlach, Meynert, Golgi, Bellonci und viele Andere haben die wichtigsten Punkte klarzustellen versucht. Die Rinde des Ammonshornes wurde von einigen dieser, ausserdem speciell von Kölliker, Henle und Duval untersucht. Die Faserung im Markweiss der Hemisphären wurde bereits von F. Arnold, Reil und Burdach durch Abfaserung vielfach erkannt, die mikroskopischen Untersuchungen von Meynert, namentlich aber die entwicklungsgeschichtlichen Studien von Flechsig, dann zahlreiche experimentelle Arbeiten von Gudden, Löwenthal, Monakow und Anderen haben zur Aufklärung kräftig vorangeholfen. Nicht zu unterschätzen ist auch der Nutzen, den die Anatomie dieses Gebietes durch Untersuchungen am erkrankten Gehirn erfahren hat. Solche haben angestellt: Wernicke, Charcot, Féré, Pitres, Friedmann, Sioli, Monakow, Richter u. A.

Alle die Fasermassen streben also aus der Rinde convergirend zusammen nach der Gegend, welche aussen vom Thalamus liegt. Ein Theil von ihnen tritt in den Sehhügel ein (Stabkranz des Sehhügels), ein weiterer, und das ist der grösste, zieht unter den Thalamus, wo er in Ganglien endet oder weiter hinab zum Rückenmark. Erkrankungsherde, welche in dem Centrum semiovale liegen, müssen daher einen Theil der Stabkranzfasern treffen. Sie machen aber durchaus nicht immer Symptome, welche eine Unterbrechung der Leitung von der Rinde zur Peripherie vermuthen liessen. Wahrscheinlich deshalb, weil gröbere, unserer heutigen Diagnostik zugängliche Ausfallsymptome nur entstehen, wenn die ganze betreffende Bahn zerstört wird. Es scheint, dass ein kleiner erhaltener Rest ausreicht, den Willensimpuls von der Rinde zu den tieferen Stationen zu leiten, resp. Empfindungen von der Peripherie zur Rinde zu führen.

Namentlich bleiben Herde, die nicht im Marklager unter den Centralwindungen liegen, oft symptomlos, d. h. Herde, welche die Rinden-Brückenbahnen und die Haubenstrahlung treffen. Herde aber, welche die Pyramidenbahn treffen, erzeugen Lähmung der gekreuzten Körperhälfte. Erkrankungen im Marklager unter der unteren Stirnwindung führen oft zu Aphasie. Uebrigens sind eine Anzahl Fälle bekannt, die es sehr wahrscheinlich machen, dass Unterbrechung der Haubenstrahlung zu halbseitigem Sensibilitätsverlust führen kann.

Es scheint ziemlich sicher gestellt, dass Erkrankungen, welche die Gegend hinter dem Knie der Kapsel treffen, resp. die Fasern dort leitungsunfähig machen, die Bewegungsfähigkeit der ganzen gekreuzten Körperhälfte aufheben, dass Herde, die in den beiden letzten Dritteln des hinteren Schenkels sitzen, die Sensibilität der gegenüberliegenden Körperhälfte zerstören oder doch sehr be-

einträchtigen. In den meisten Fällen leidet auch der Gesichtssinn Noth und wahrscheinlich zuweilen auch das Gehör. Die Störung des Gesichtssinnes tritt in Form der Hemiopie auf.

Wenn Sie bedenken, dass, wie ich wiederholt erwähnte, alle Fasern radiär von der Rinde nach der Kapsel zusammenstrahlen, so wird es Ihnen leicht begreiflich sein, dass in der Kapsel schon kleine Herde dieselben Symptome machen können, wie grössere im Centrum semiovale, oder noch ausgebreitetere in der Rinde. Hier liegen eben die Fasern enge beisammen, die dort über einen grösseren Raum ausgebreitet sind. Beispielsweise wird ein sehr ausgedehntes Rindengebiet (beide Centralwindungen und die dicht an sie grenzenden Partien der Stirn- und Parietalwindungen) ausfallen müssen, wenn complete gekreuzte Hemiplegie entstehen soll. Im Centrum semiovale dürfte schon ein kleinerer Herd im Marklager unter den Centralwindungen denselben Effect haben. In der inneren Kapsel aber reicht die Zerstörung einer kleinen Stelle im hinteren Schenkel allein aus, um den Symptomencomplex hervorzurufen. Bei Hemiplegien wird man deshalb immer zunächst an Herde, die der inneren Kapsel benachbart sind oder in ihr liegen, denken, wenn nicht andere Symptome ganz direct auf andere Hirngebiete hinweisen. Hemiplegien nach Rindenherden sind sehr selten. Hemiplegien, die von tiefer liegenden Stellen des Centralnervensystems ausgehen, noch viel seltener und meist mit Hirnnervensymptomen verknüpft, welche auf ihren Sitz hinweisen.

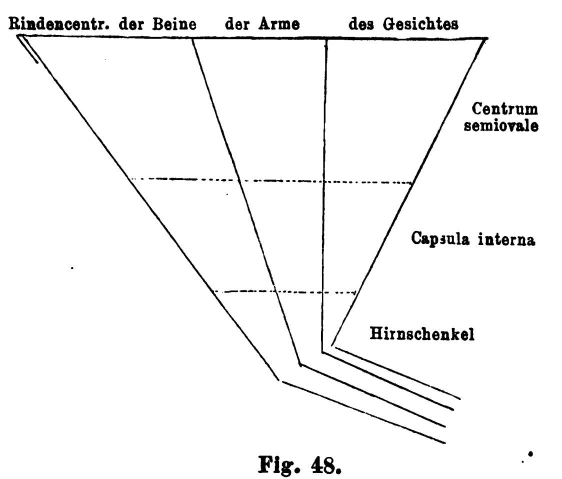


Fig. 48.

Andererseits lehrt uns die anatomische Betrachtung und die klinische Erfahrung, dass cerebrale Affectionen einzelner Körpertheile, einer Hand z. B., nur sehr selten von Herden in der Kapsel erzeugt werden, eben weil da die Fasern bereits so dicht zusammengeflossen sind, dass ein Erkrankungsherd kaum einzelne isolirt treffen kann. Wohl aber gehen nicht allzu selten von der Rinde aus Monoplegien und Monospasmen. Dort kann ein Herd schon relativ gross sein, ehe er ein benachbartes Centrum trifft. Das vorstehende Schema wird Ihnen das Gesagte leicht einprägen. Es zeigt, warum Monoplegien häufiger von der Rinde, Hemiplegien häufiger von tiefer gelegenen Hirntheilen ausgehen, denn man sieht auf den ersten Blick, dass ein Herd von bestimmter Länge in der Rinde leicht nur e i n Centrum, weiter unten die Fasern aus v i e l e n Centren treffen kann.

Welche Symptome eintreten, wenn allein Associationsfaserstränge erkranken, ist wegen der Nachbarschaft dieser Fasern zum Stabkranz bislang nicht zu eruiren gewesen. Vielleicht gehören gewisse Formen der Sprach-, Lese- und Hörstörungen hierher. Auch über Symptome bei Functionsausfall des Balkens wissen wir wenig. Es scheint, dass er unter Umständen ganz zerstört werden kann, ohne dass Störungen der Motilität, der Coordination, der Sensibilität, der Reflexe, der Sinne, der Sprache eintreten, ohne dass sich eine irgend erhebliche Störung der Intelligenz zeigt. Einmal wurde bei Balkenerkrankung unsicherer Gang ohne eigentlichen Schwindel oder Ataxie beobachtet.

Sechste Vorlesung.

Der Stabkranz, das Corpus striatum, der Thalamus und die Regio subthalamica. Die Gebilde an der Hirnbasis.

M. H.! Von den Stabkranzfasern bleibt, wie Sie in der vorigen Vorlesung sahen, ein grosser Theil im Zwischenhirn, im Thalamus opticus.

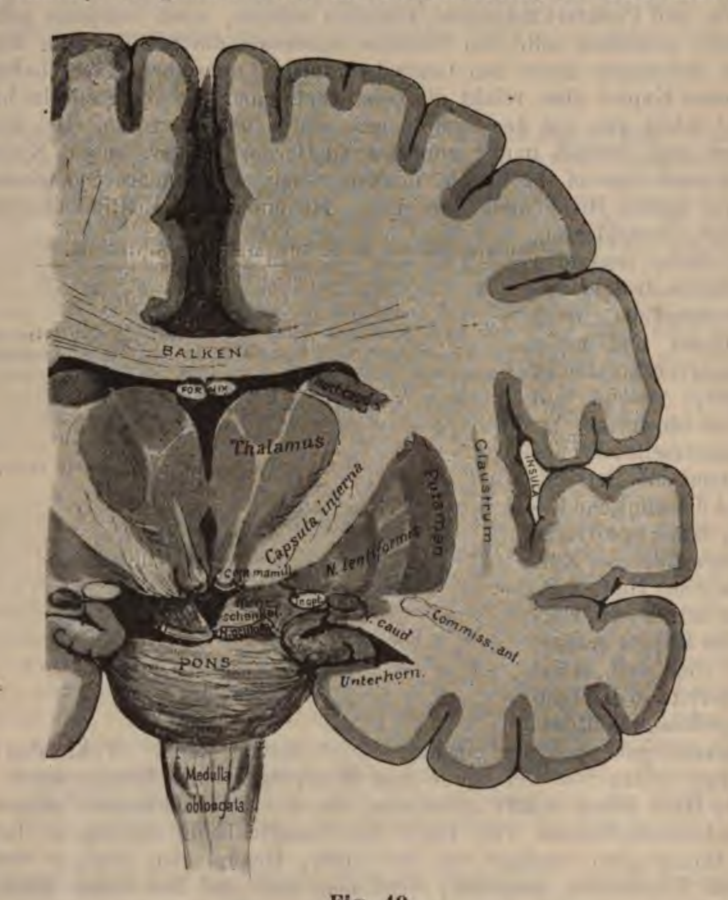


Fig. 49.
Frontalschnitt durch das Vorder- und Zwischenhirn nahe an der Stelle, wo Fasern der Capsula interna zum Fuss des Hirnschenkels werden.

Die anderen ziehen in der Kapsel weiter hinab und nach hinten. So gelangen sie hinter dem Thalamus zu einem grossen Theil frei an die Unterfläche des Gehirnes. Diese dort aus der Hirnmasse hervortauchenden dicken weissen Bündel werden als Fuss des Hirnschenkels, Pes Pedunculi bezeichnet.

Wie Sie an dem vorstehenden Frontalschnitte sehen, liegt dieser freie Theil der Kapsel, dessen Fasern nach hinten als Hirnschenkel abbiegen,

ventral vom Thalamus. In diesen Fusstheil des Hirnschenkels gelangen die Züge der Stirnhirn-Brückenbahn, der Temporalhirnbrückenbahn und der Pyramidenbahn. Die Stabkranzfasern des Opticus und die Haubenstrahlung treten nicht in den Fuss ein. Weiter hinten, unter den Vierhügeln, liegen über dem Fuss, an der Stelle, wo jetzt der Thalamus sich befindet, die Nervenfasern, welche aus dem Thalamus und aus anderen Hirntheilen kommen, auch die aus der Haubenstrahlung. Es scheiden sich dort die Fasern aus dem Vorder-, Zwischen- und Mittelhirn in eine ventrale Partie, den Fuss und eine dorsale, die Haube. Zunächst interessirt

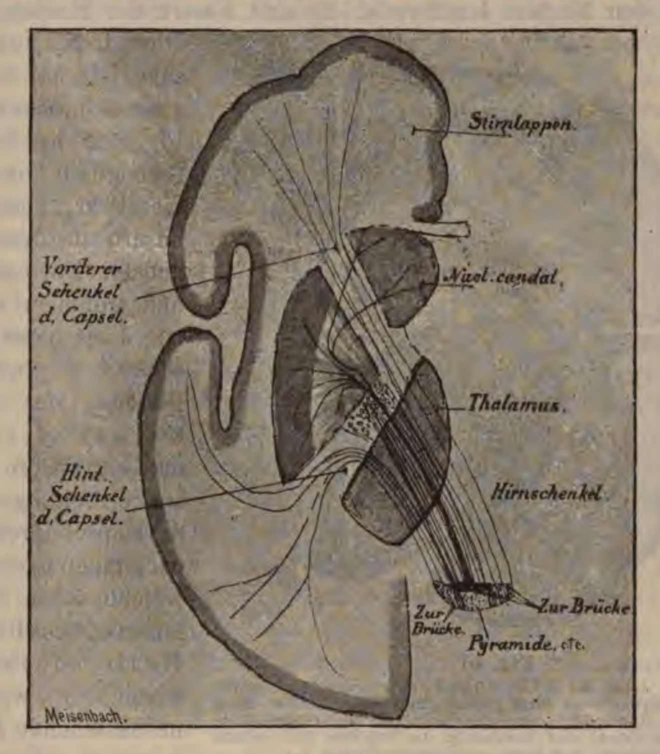


Fig. 50.
Schema des Faserverlaufes aus der Capsula interna zum Fusse des Hirnschenkels (nach Wernicke, modificirt).

uns die Fussregion. Das vorstehende Bild will versuchen, die Entwicklung des Fusses aus der Capsula interna an einem schematischen Horizontalschnitt durch das Gehirn zu zeigen. Der Thalamus ist durchsichtig gezeichnet. Nach hinten fällt der Schnitt stark ab, sonst würde er nicht den an der Hirnbasis liegenden Fuss treffen.

Sie sehen in dem Schema eine Bahn aus den Ganglien des Corpus striatum herabkommen, welche sich über die Bahnen aus der Hirnrinde legt. Sie endet höchst wahrscheinlich in der Brücke.

Die Beziehung des Corpus striatum zu der Faserung aus der Grosshirnrinde ist vielfach noch nicht geklärt. Das Folgende ist das Wichtigste

von dem was feststeht. Der Nucleus lentiformis besteht aus einem Aussenglied, dem **Putamen** und zwei oder mehreren Innengliedern, dem **Globus pallidus**. Aus dem **Putamen** und aus dem **Nucleus caudatus** entspringen Fasern, welche durch die beiden Innenglieder hindurch und an der Basis und Spitze des Nucleus lentiformis austreten. Sie erinnern sich wohl noch aus der zweiten Vorlesung, dass der Nucleus caudatus und das Putamen genetisch mit der Rinde in Zusammenhang stehen. Jetzt sehen Sie, dass dieselben auch ganz wie die Hirnrinde Fasern entsenden.

Ausser diesen Fasern kommen aber auch aus der Hemisphärenrinde Fasern in den Nucleus lentiformis. Es sind Fasern der Haubenstrahlung. Diese treten aus der Capsula interna längs dem ganzen Innenrande (siehe Fig. 51) in die beiden Innenglieder, durchlaufen dieselben, ganz wie die Fasern aus dem Putamen und dem Nucleus caudatus und sammeln sich eben wie diese unter dem Linsenkern zu einem dicken Bündel, der **Linsenkernschlinge**. Die meisten Fasern der Linsenkernschlinge gelangen die Kapsel durchbrechend nach innen in die Gegend, welche unter dem Thalamus opticus liegt und als **Regio subthalamica** bezeichnet wird. Die nebenstehende Abbildung zeigt an einem Schnitt durch das Gehirn einer achtmonatlichen Frucht das Verhalten der Haubenfasern zum Linsenkern. In dieser Entwicklungsperiode sind ausser den gezeichneten Fasern im ganzen Grosshirn noch keine markhaltigen Züge vorhanden. Namentlich fehlen auch die Fasern, welche im Nucleus caudatus und im Putamen selbst entspringen, noch ganz. Nur durch die Untersuchung des fötalen Gehirnes war es möglich, mit Sicherheit das Verhalten von Linsenkern und Haubenstrahlung zu einander zu eruiren.

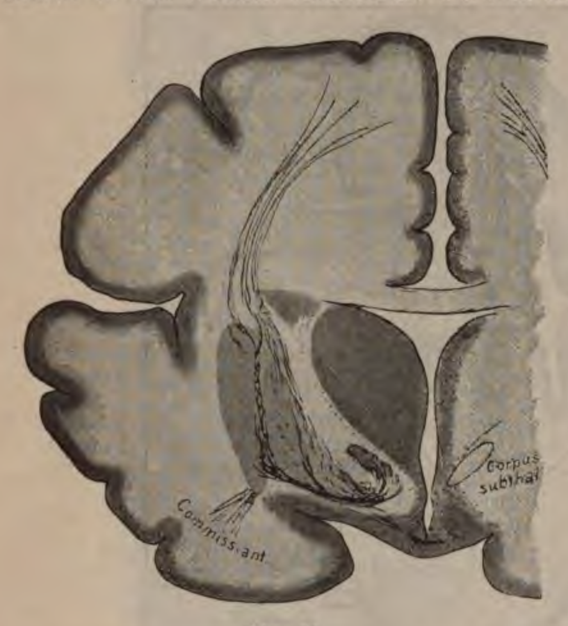


Fig. 51.
Frontalschnitt durch das Gehirn eines Fötus von etwa 32 Wochen. **Alle** markhaltigen Fasern durch Hämatoxylin schwarz gefärbt. Haubenstrahlung (oben), Linsenkernschlinge (unten) und vordere Commissur (aussen unten) sind markhaltig. Im Putamen und Nucleus caudatus noch keine markhaltigen Fasern.

An diesem Präparat ist der Zug, welcher direct aus der Haubenstrahlung (dorsal von der als Corpus subthal. rechts bezeichneten grauen Masse) zu tieferen Regionen hinabzieht, nicht sichtbar, weil er nicht in die Schnittebene fällt. Vergl. Fig. 52 die „zur Schleife" bezeichnete Linie, welche schematisch diesen Zug wiedergiebt, desgleichen Fig. 54.

Sie haben jetzt, meine Herren, einen guten Theil der Fasern, die das Vorderhirn aufbauen, in ihrem Ursprungstheil kennen gelernt. Lassen Sie uns jetzt den Gebieten uns zuwenden, wo die Mehrzahl der Grosshirnmarkzüge ein Ende findet.

Hinter dem Grosshirn liegt das Zwischenhirn. Aus den beiden Seitenwänden desselben sind die Thalami optici hervorgegangen. Diese bestehen aus mehreren nicht ganz scharf unter einander abgegrenzten grauen Kernen. Weisse, markhaltige Fasern, das Stratum zonale (Gürtelschicht), überziehen den Thalamus. Sie sind zu einem Theil in der Richtung nach der Hirnbasis in den Sehnerven hinein zu verfolgen, zum anderen scheinen sie aus den caudalen Theilen der Capsula interna, vielleicht aus der Sehstrahlung, zu stammen. Alle senken sich in die Tiefe des Thalamus, wo sie sich zwischen dessen Ganglien in Zügen sammeln und so diese scheinbar von einander trennen. Die mikroskopische Untersuchung zeigt, dass sie in das feine Nervenfasernetz, das diese Ganglien erfüllt, eindringen. Man kann in jedem Thalamus unterscheiden: einen medialen (inneren) Kern, der in den Ventrikel hineinragt und sich hinten zum Pulvinar verdickt, einen lateralen oder äusseren Kern und zwischen beiden den vorderen Kern. Der laterale ist der grösste, der vordere gleicht einem mit dem stumpfen Ende nach vorn zwischen die beiden anderen Ganglien eingedrängten Keile. Dies vordere dickere Ende, welches auf der Thalamusoberfläche als Erhebung vorn sichtbar ist, haben wir früher schon als Tuberculum anterius kennen gelernt. Am medialen Rande des inneren Kernes liegt das schon erwähnte Ganglion habenulae. Hinten am Thalamus liegt unten und aussen vom Pulvinar ein Ganglion von eigenthümlicher grauer Zeichnung, das Corpus geniculatum laterale. Es ragt weit in die Thalamussubstanz hinein und entsendet eine grosse Anzahl von Ursprungsfasern zum Tractus opticus.

Nach aussen grenzt der Sehhügel an die innere Kapsel (Fig. 52). Zahlreiche Züge ziehen aus ihr in ihn hinein. Sie kommen aus verschiedenen Richtungen und kreuzen sich, indem sie im Sehhügel zusammenstrahlen. Zwischen dem Netz der sich kreuzenden Fasern bleiben Herde grauer Substanz. Die äussere Zone mit diesen Kreuzungen wird ihres Aussehens wegen als Gitterschicht bezeichnet. Da die meisten markhaltigen Fasern in den äusseren Kern einstrahlen, so sieht dieser heller aus als die anderen Kerne des Sehhügels.

Die Innenseite des Thalamus ist durch gleichmässig graue Substanz vom Ventrikel getrennt. Diese heisst centrales Höhlengrau des mittleren (III.) Ventrikels. In der Mittellinie des Gehirnes bildet das Höhlengrau den Boden des Ventrikels. Zwischen beiden Thalamis liegt die Commissura media. Sie besteht beim Menschen nur aus wenigen Nervenfasern, die in einer grossen Masse centralen Graues dahinziehen. Bei den niederen Wirbelthieren enthält sie relativ viele markhaltige Fasern, welche aus dem Höhlengrau stammen, in dem sie, der Längsaxe des Gehirnes parallel, einherzogen.

An der folgenden sehr schematisch gehaltenen Abbildung ist die Lage des Thalamus zum Hirnboden, zum Höhlengrau, zur Capsula interna und zum Nucleus lentiformis zu studiren.

Wollen Sie an diesem Schnitt noch etwas beobachten, das bislang nur kurz Erwähnung finden konnte. Es ist die Gegend innen vom Linsenkern, ventral vom Thalamus. Dort sammeln sich mehrere ziemlich parallel laufende Faserstränge, welche den unteren Theil der Capsula interna zum Theil im Winkel durchsetzen, zum Theil über ihn wegziehen. Die oberen

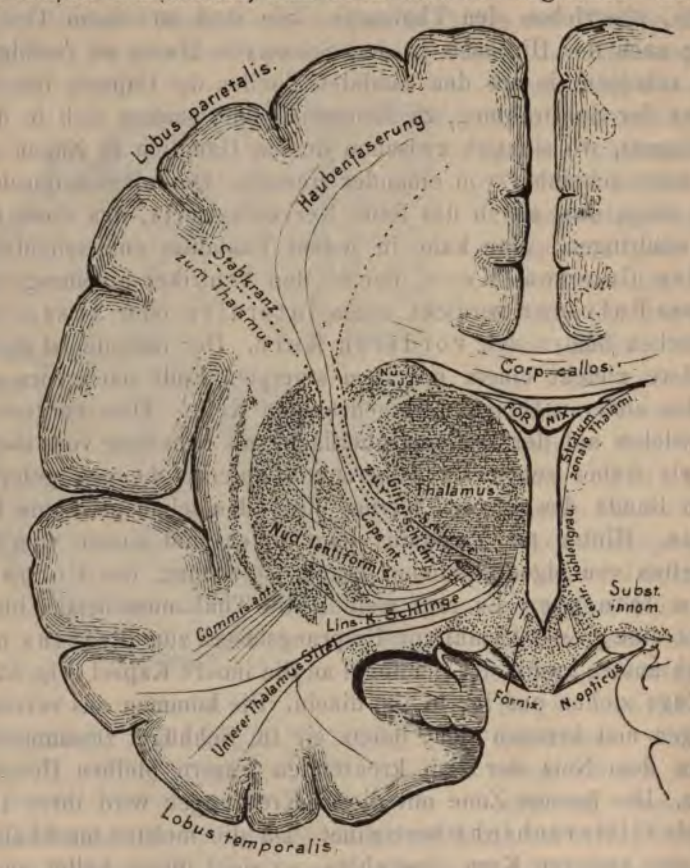


Fig. 52.

Frontalschnitt durch das Gehirn, vor der Schnittlinie von Fig. 49, dicht hinter dem Chiasma, schematisirt.

dieser Fasern gehören der Linsenkernfaserung an, es ist die früher erwähnte Linsenkernschlinge, die unteren sind die Stabkranzfasern zum Thalamus, welche aus dem Occipital- und Temporallappen kommend als unterer Stiel des Sehhügels bezeichnet werden (*U. S.* des Schema Fig. 43). Die Gesammtheit der ventral vom Linsenkern in Fig. 52 vom Schnitt getroffenen Fasern heisst Substantia innominata. Gleich hinter der Substantia innominata treten die Fasern der Kapsel, welche zum Fuss des Hirnschenkels werden, frei an der Hirnbasis hervor. Die Substantia inno-

minata begrenzt also den Hirnschenkel nach vorn. Sie gleicht einer vorn über ihn gelegten Schlinge und wird deshalb auch als Ansa peduncularis bezeichnet.

An den Thalamus grenzen nach hinten und nach unten eine Anzahl ihrem Wesen und ihrer Bedeutung nach noch ganz unbekannter, ihren anatomischen Beziehungen nach noch vielfach unerforschter kleiner Ganglien. An der Hirnbasis, nahe hinter der im letzten Querschnitt getroffenen Stelle, wo das centrale Höhlengrau den Hirnboden bildet, liegt unter dem Thalamus jederseits ein kleiner weisser Höcker, das Corpus mamillare. In Fig. 49 fällt es gerade in die Schnittlinie. Das Corpus mamillare oder Corpus candicans kann als Grenze von Vorder- und Zwischenhirn angesehen werden. Denn aus ihm scheint zum Theil gekreuzt, zum Theil direct jenes den freien Hemisphärenrand begrenzende Fornixbündel zu entspringen, dessen weiteren Verlauf Ihnen Fig. 30 zeigte. Das Corpus

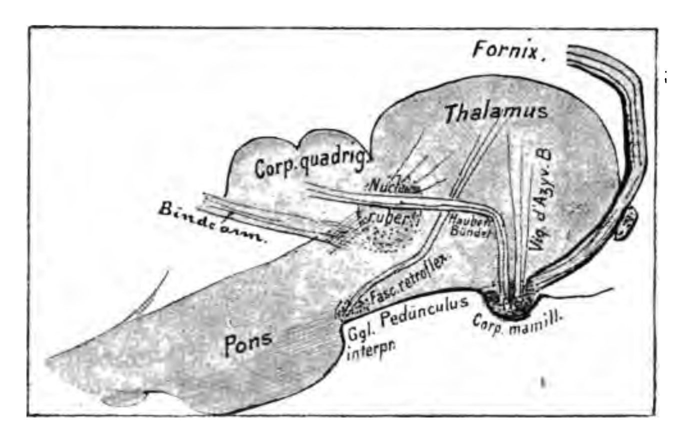


Fig. 53.
Sagittalschnitt durch den Thalamus und das Corpus mamillare (schematisirt) zur Demonstration eines Theiles der in diesem Gebiete entspringenden Fasern.

candicans besteht, wie Gudden's Versuche zeigten, aus drei Kernen. Der lateralste sendet seinen Stiel (Pedunculus corporis mamillaris) bis weit hinab in die Oblongata; aus dem caudal liegenden der beiden medialen Kerne entspringt ein dickes Bündel, das in den Thalamus hinaufsteigt und sich in dessen Tuberculum anterius verliert. Es ist auf Fig. 49 gerade in einem Theil seines Verlaufes sichtbar geworden. Früher hat man geglaubt, es komme aus dem Thalamus und biege im Corpus candicans zum Fornix um. Doch ist das durch Versuche von Gudden widerlegt worden. Deshalb ist der ältere Name Fornix descendens nicht mehr gerechtfertigt. Nach seinem Entdecker wird es jetzt als Viq' d'Azyr'sches Bündel bezeichnet.[1]) Neben ihm steigt, aus dem frontaleren Ganglion kommend, ein Fasersträngchen nach dem Thalamus zu auf, das sich aber bald von

1) Man vergleiche auch Fig. 42, wo die durch Präparation herstellbare Schlinge zwischen den beiden Fornixtheilen im Corpus candicans sichtbar ist.

seinem Begleiter trennt und im Winkel caudalwärts abbiegend in die Haube hinter der Vierhügelgegend gelangt, wo es bis in Ganglien, die unter dem Aquaeductus Sylvii liegen, verfolgt werden konnte. Das ist das Haubenbündel des Corpus mamillare.

Wenn Sie Fig. 46 oder Fig. 49 betrachten, so scheint es, dass der Thalamus auf der inneren Kapsel aufliegt. Weiter nach hinten hört dies Verhältniss auf. Es schieben sich zwischen ihn und die Kapsel mehrere kleine graue Ganglienmassen, in welche zahlreiche Faserzüge aus dem Nucleus lentiformis, aus der Kapsel und dem Thalamus selbst einstrahlen. Das hintere basale Zwischenhirngebiet, wo das geschieht, hat den Namen Regio subthalamica erhalten. Die Regio subthalamica ist genauer erst durch die Untersuchungen von Luys, von Forel, dann durch solche von Flechsig und von Wernicke bekannt geworden. Doch sind wir noch weit von einem Verständniss der complicirten Verhältnisse entfernt, welche auf dem kleinen Raume vorliegen, wo sich Fasern so verschiedener Provenienz treffen, verschlingen und kreuzen, wo graue Massen liegen, die zum Theil selbst wieder von einem engen Netz sich kreuzender markhaltiger Fäserchen erfüllt sind.

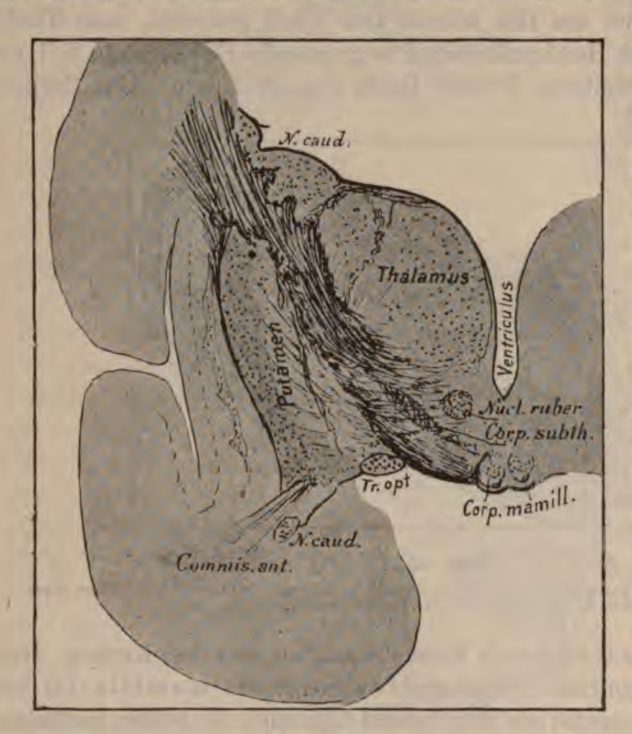


Fig. 54.
Regio subthalamica vom 4 Wochen alten Kinde, Frontalschnitt. Man vergl. Fig. 51, wo nur erst die Haubenbahn deutlich ist.

Fig. 54 zeigt einige Details eines Schnittes durch diese Gegend. Unter dem Thalamus ist ein rundliches Ganglion, der Nucleus ruber, der rothe Kern der Haube, nach aussen von ihm ist das fast linsenförmige Corpus subthalamicum (Luys'scher Körper) aufgetreten. Sie erinnern sich jenes als Haubenfaserung bezeichneten Stabkranzbündels. Seine Fasern gelangen aus der Capsula interna zum guten Theil in die Gegend nach aussen und oben vom rothen Kern, wo sie, einer Kapsel ähnlich, ein Drittel dieses Ganglions umschliessen; weiter am rothen Kern hinabziehend, bilden sie später einen Faserzug, welchen wir als Schleife kennen lernen werden. In Fig. 52 ist

dieser Verlauf schematisch angedeutet. An der Spitze des Linsenkerns treten die Fasern aus dessen Gliedern und aus der Schlinge zu einer dichten Masse zusammen. Diese durchbricht (s. Fig. 52) die Kapsel in zahlreichen Zügen und tritt in ein Geflecht ein, welches das Corpus subthalamicum eng umgiebt. Aus diesem gelangen die meisten Fasern in das Ganglion selbst hinein, eine Anzahl aber, doch ist das mir nicht ganz sicher, gelangen direct aus dem Nucleus lentiformis zu dem als Schleife bezeichneten Bündel, von dem später die Rede sein wird, also ohne in Beziehung zum Innern des Corpus subthalamicum zu treten.

In den rothen Kern treten Fasern aus dem Thalamus opticus. Nach hinten von dem vorgelegten Schnitt, Fig. 54, wird er viel dicker, nimmt viel mehr vom Raum des Querschnittsbildes ein (Fig. 59). Hinter und unter dem Corpus subthalamicum liegt dicht über der hier schon zum Fuss gewordenen Faserung der Capsula interna eine Anhäufung grau pigmentirter Zellen, die Substantia nigra, ganz an derselben Stelle, wo in Fig. 54 noch Corpus subthalamicum angegeben ist. Von der Regio subthalamica an bis hinab zum Ende des Mittelhirnes ist dies dunkel rauchgrau gefärbte Ganglion immer über dem Fuss nachweisbar.

Durch die Substantia nigra wird die Faserung, welche aus dem Vorder- und Zwischenhirn nach abwärts zieht, in zwei, ihrer physiologischen Bedeutung nach verschiedene Partien getheilt, den Fuss und die Haube. Den ersteren haben wir im Eingang dieser Vorlesung bereits näher betrachtet und auch später werden wir öfter auf ihn zurückkommen müssen, die letztere enthält im hinteren Thalamusgebiet, von dem wir jetzt sprechen, das Pulvinar, den Nucleus ruber, das Corpus subthalamicum, die Faserung aus dem Linsenkern und die Haubenstrahlung, soweit sie nicht schon in der Linsenkernfaserung enthalten ist.

Wir sind jetzt bei der Betrachtung der Querschnittbilder in der Gegend angekommen, welche in Fig. 55 durch die Linie *a b* angedeutet ist.

Sie sehen, dass dicht hinter ihr das Mittelhirn, die Corpora quadrigemina, beginnen. Die Thalami weichen dort auseinander, zwischen ihnen nimmt das centrale Höhlengrau etwas zu und der mittlere Ventrikel dadurch an Tiefe beträchtlich ab.

Hinter dieser Stelle wird auf einmal wieder das Dach der Hirnblasen, das im Bereich des Thalamus fast nur aus der Epitheldecke des Plexus choroides bestand, deutlich. Der Ventrikel wird von oben her abgeschlossen durch ein aus Nervensubstanz bestehendes Dach, das von jetzt an bis hinab zum Rückenmark nicht mehr schwindet.

Im vordersten Theil dieses Daches liegen die Fasern der Commissura posterior, dicht hinter derselben die Vierhügel. Der verengte Ventrikel, welcher jetzt unter dem Dach einherzieht, hat auf der Strecke, wo er dem Mittelhirn angehört, den Namen Aquaeductus Sylvii erhalten. Der Eingang zum Aquaeductus liegt dicht unter der Commissura posterior. Er ist überall von centralem Höhlengrau umgeben. Ueber dem Hinterhirn erweitert sich der Kanal wieder, dort heisst er Ventriculus

quartus. Sein Boden wird von der Rautengrube, sein Dach vom Kleinhirn gebildet.

Wollen Sie an Fig. 56, einem Sagittalschnitt durch das Gehirn, das Auftreten des Mittelhirndaches, der vorstehenden Schilderung folgend, studiren.

Noch mit wenigen Worten sei der *Glandula pinealis* (*Zirbel*) gedacht, die mit ihren an der Innenfläche des Thalamus verlaufenden Stielen ein Stück des Zwischenhirndaches darstellt (s. Fig. 11). Sie besteht wesentlich aus soliden Epithelschläuchen, die durch Wucherung der primären Ausstülpung entstanden sind. Die Stiele, *Pedunculi glandulae pinealis* führen einige markhaltige Nervenfasern in sie ein. Diese stammen wahrscheinlich aus dem Ganglion habenulae und (bei allen niederen Wirbelthieren nachzuweisen) aus dem Thalamus. Ich möchte Sie noch einmal an das erinnern, was in der zweiten Vorlesung über die Bedeutung der Zirbel bei den Reptilien gesagt wurde.

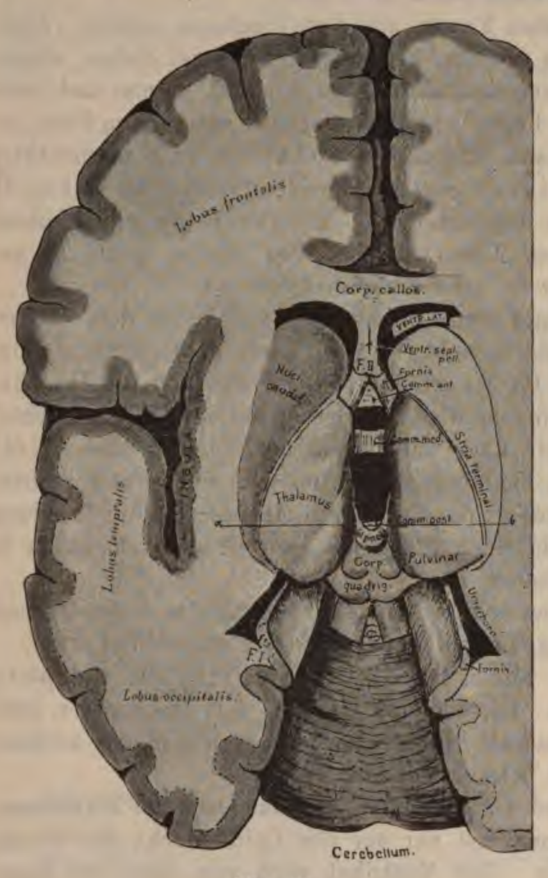


Fig. 55.
Die Ventrikel von oben her geöffnet.

Die Zirbel enthält ausser den Schläuchen und reichlichen Gefässen noch den *Hirnsand*, kleine Concremente von geschichtetem Bau, die wesentlich aus Kalksalzen und geringer organischer Grundlage bestehen.

Ueber die Lage der Glandula pinealis am hinteren Thalamusende, zwischen den Vierhügeln, orientirt Sie Fig. 55.

Wir haben bislang noch keine Gelegenheit genommen, die Hirnbasis eingehender zu betrachten. Jetzt, wo uns die Herkunft mehrerer dort liegender Gebilde bekannt ist, mag es an der Zeit sein, ein Gehirn mit der Basis nach oben gekehrt sauber von der Pia und den Gefässen zu befreien und das Präparat zu studiren.

Die nachfolgende Abbildung (S. 70) kann als Wegweiser dienen. Zu-

nächst sehen Sie aus der Masse des Grosshirnes die Hirnschenkel hervortreten. Dicht vor ihnen, in dem Raume, der hier zum grössten Theil vom Sehnerv verdeckt ist, liegt die Substantia innominata, welche die Linsenkernschlinge und den unteren Thalamusstiel enthält. Früher demonstrirte Frontalschnitte haben Sie belehrt, dass die weisse hier sichtbare Masse, der F u s s, die directe Fortsetzung von Fasern der inneren Kapsel ist. Nach kurzem Verlaufe wird der Hirnschenkel bedeckt von dicken Fasermassen, welche quer über ihn hin von einer Kleinhirnhälfte zur anderen zu ziehen scheinen. Diese werden als B r ü c k e n f a s e r n, F i b r a e p o n t i s, bezeichnet. Jenseits der Brücke tritt ein Theil der im Hirnschenkelfuss ent-

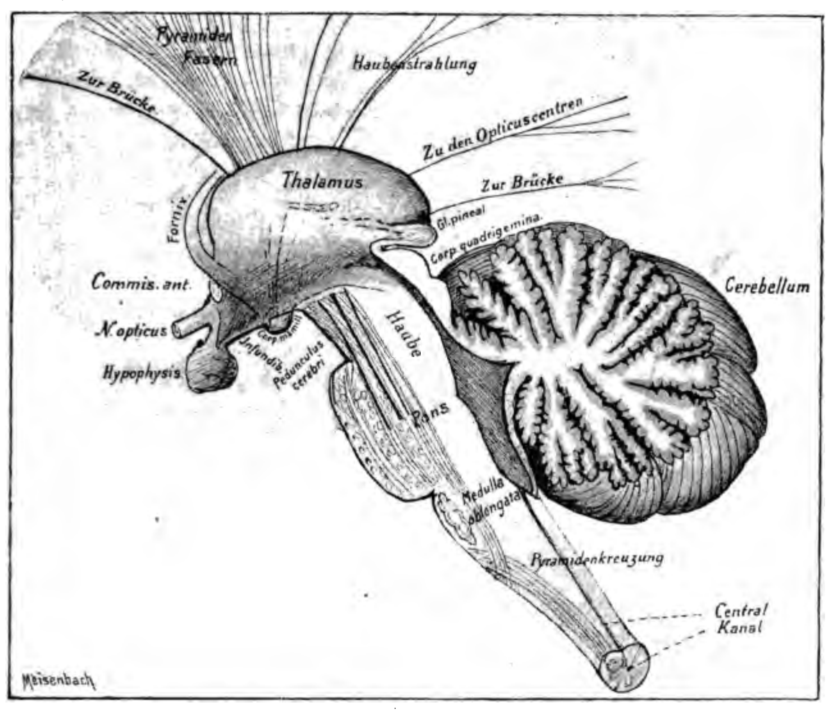


Fig. 56.
Sagittalschnitt durch das Zwischenhirn und die hinter ihm liegenden Gebilde, genau in der Mittellinie. Die Verlaufsrichtung einer Anzahl Stabkranzfasern ist durch Linien angedeutet.

haltenen Fasern als P y r a m i d e n wieder zu Tage, ein anderer Theil hat in Ganglien, welche zwischen die Brückenfasern eingesprengt sind, sein Ende gefunden.

Die graue Substanz zwischen den Hirnschenkeln heisst S u b s t a n t i a p e r f o r a t a p o s t e r i o r. Sie grenzt innen an die Regio subthalamica. Vor ihr liegen die C o r p o r a m a m i l l a r i a, jene beiden rundlichen Ganglien, welche wir vorhin auf dem Querschnitt kennen lernten, dieselben, zu denen das Viq' d'Azyr'sche Bündel aus dem Thalamus gelangt, dieselben, aus denen der aufsteigende Fornix zu entspringen scheint.

Vor den Corpora mamillaria wölbt sich der Boden des mittleren

Ventrikels, welcher hier als Tuber cinereum bezeichnet wird, nach unten vor, so dass ein Trichter entsteht, dessen Lumen nur die Fortsetzung des Ventrikels ist. Unten am spitzen Ende dieses Trichters, des Infundibulum, hängt die Hypophysis.[1])

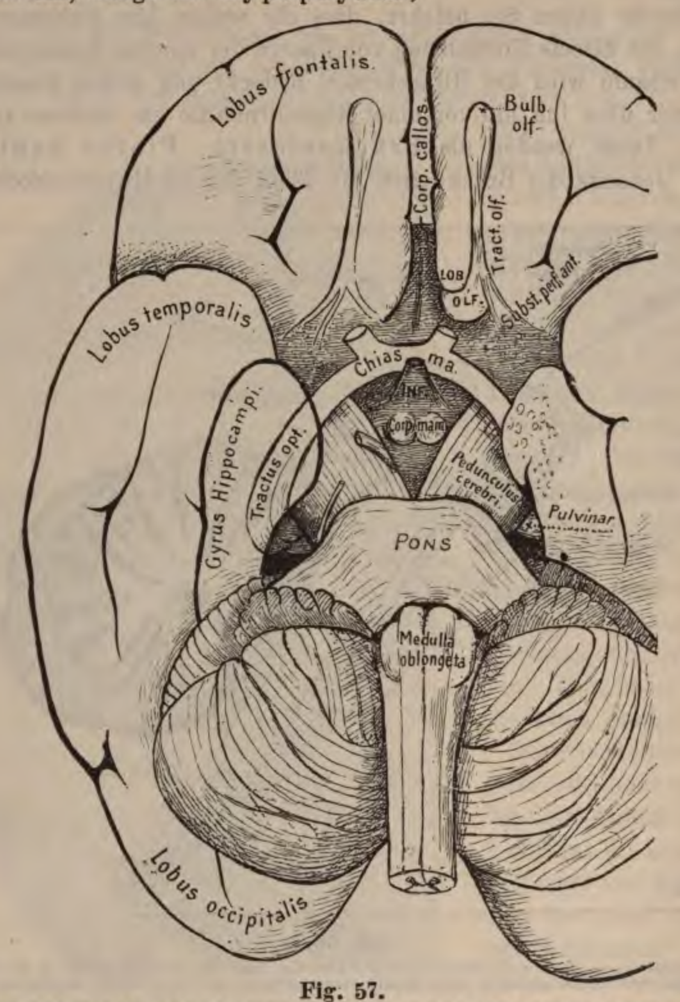


Fig. 57.
Die Basis des Gehirnes; der linke Lobus temporalis z. Th. durchsichtig gedacht, um den ganzen Verlauf des Tractus opticus erkennen zu lassen.



Fig. 58.
Die Hypophysis (nach Schwalbe) von hinten gesehen.

1) Die Hypophysis, ein etwa kirschgrosser Anhang der Hirnbasis, besteht zunächst aus der Fortsetzung des Ventrikelbodens (Lobus infundibuli), welche nicht sicher nervöser Natur ist. Vor diesem liegt der Vorderlappen, ein aus Epithelschläuchen gebildeter Knäuel, welcher fest mit dem Lobus infundibuli verwachsen ist und, wie Sie wissen, aus der Rachenschleimhaut stammt. Bei den Wirbelthieren, die nicht Säuger sind, ist dieser Epitheltheil der Hypophyse gar nicht mit

In weitem Bogen um das Infundibulum und über die Hirnschenkel weg ziehen in der Richtung nach dem Pulvinar des Thalamus die Tractus optici. Beiderseits, durch den Lobus temporalis verdeckt, krümmen sie sich um den Ursprung der Hirnschenkel nach oben aussen zum Corpus geniculatum laterale und dem Pulvinar hinauf.

Vorn vor dem Infundibulum vereinigen sie sich zu dem Chiasma, aus dem nach Kreuzung eines Theiles ihrer Bündel die Nervi optici hervorgehen.

Vor den Tractus, nach aussen vom Chiasma, liegt dicht unter dem vorderen Theil des Corpus striatum die Substantia perforata anterior, eine graue, von zahlreichen Piagefässen durchbrochene Masse. Vor ihr beginnt das Gebiet des Lobus olfactorius.

Der Riechlappen ist bei vielen Säugern ein sehr mächtiger Auswuchs an der Basis des Vorderhirnes, bei den im Wasser lebenden Säugethieren fehlt er aber fast ganz, beim Menschen und den Affen ist er ziemlich verkümmert.

Sein vorderes kolbig angeschwollenes Ende wird Bulbus olfactorius, sein hinteres in die Rinde des Stirnlappens übergehendes Stück Tuber olfactorium genannt. Was zwischen beiden liegt, ist bis auf den dünnen Zug des Tractus olfactorius verkümmert. Auch die Rinde, welche den ganzen Lobus überzieht, ist auf dem Tractus atrophisch. Die Fasern des eigentlichen Riechnerven entspringen erst aus dem Bulbus.

Die Riechlappenrinde hat zahlreiche Verbindungen mit weiter hinten gelegenen Hirntheilen. Von diesen sehen Sie an der Hirnbasis mehrere, die über die Substantia perforata hinziehen und sich zum Theil in sie einsenken. Früher hat man diese für echte Nervenwurzeln gehalten, es ist aber nach dem, was bis jetzt über sie bekannt ist, viel wahrscheinlicher, dass sie nicht Wurzeln, sondern centralere Verbindungen sind. Der äusserste dieser Züge ist bis in die Spitze des Schläfenlappens zu verfolgen. Die Ergebnisse physiologischer Untersuchungen sprechen dafür, dass erst er im Ammonshorn endet; die vergleichend anatomischen Untersuchungen Zuckerkandl's machen es wahrscheinlich, dass nicht nur in diesem, sondern überhaupt in der Rinde des ganzen Randbogens und des dazu gehörigen Lobus lingualis eine centrale Endstätte des Riechnerven liegt.

Am Riechnerven der niederen Wirbelthiere ist ein ausgedehntes Commissurensystem und eine Chiasmabildung nachgewiesen. Davon ist beim Menschen noch wenig gefunden. Wir wissen nur, dass Fasern aus der Commissura anterior in das Ursprungsgebiet des Riechlappens gerathen. Diese, welche auf Fig. 41 wohl zu sehen sind, bilden, wie es scheint, eine

---

dem Lobus infundibuli verwachsen. — Neuere Untersuchungen (Flesch, Dostojewsky) liessen in ihm zweierlei Zellen, kleinere helle und grössere körnig trübe, erkennen. Da bekanntlich ganz ähnliche Elemente in mehreren sehr activen Drüsen vorkommen, so wird es wahrscheinlich, dass auch die Hypophysis noch irgend eine physiologische Function erfüllt.

Commissur beider Riechlappen. Die übrigen Fasern der Commissura anterior verbinden die Lobi linguales beider Seiten, also ebenfalls centrale Riechnervengebiete, unter einander.

Die graue Platte zwischen beiden Ursprungsstellen der Riechnerven setzt sich nach vorn ganz direct in das Balkenknie fort. Sie führt den Namen Lamina terminalis. In ihr müssen wir noch einen Rest der embryonalen Schlussplatte erkennen, jener Wand, welche einst das primäre Vorderhirn abschloss, derselben, aus der die jetzt so mächtigen Hemisphären sich vorgewölbt haben. Jetzt ist sie nur noch eine kleine graue, wenig gewürdigte Stelle, die am vordersten Punkte der Grosshirnbasis liegt.

Die Sehhügel liegen so nahe überall der inneren Kapsel auf, dass nur selten Erkrankungen zur Beobachtung kommen, welche nur die Thalami betreffen, und auch bei solchen bleibt es oft zweifelhaft, wie viel von den auftretenden Erscheinungen darauf zu beziehen ist, dass indirect die benachbarten Fasern der Kapsel in ihren Functionen gestört wurden. Deshalb ist es noch nicht möglich gewesen, die Symptome sicher festzustellen, welche von einer Sehhügelerkrankung erzeugt werden. Nach Meynert werden dabei die Innervationsgefühle der oberen Extremitäten gestört. Dadurch sollen Wahnideen über die Haltung dieser Glieder und aus diesen wieder Zwangsstellungen entstehen. Motorische Lähmung wird wahrscheinlich nicht durch Sehhügelzerstörung erzeugt, ebensowenig sensible. Sehstörungen in Form der homonymen lateralen Hemianopie, vielleicht auch der gekreuzten Amblyopie, wurden wiederholt beobachtet. Ebenso wurden bei Sehhügelerkrankungen nicht so ganz selten die Symptome der Hemichorea, der Athetose, des halbseitigen Zitterns gesehen. Doch sind diese letzteren auch schon bei Herden an anderen Stellen des Gehirnes beobachtet worden.

Die gleiche Schwierigkeit liegt vor, wenn es gilt, die Symptome bei Erkrankung des Corpus striatum festzustellen. Was bislang als solche beschrieben wurde (Hemiplegie z. B.), kann ebensowohl durch Mitbetheiligung der nahen Capsula interna entstanden sein. Es ist ein Fall von Zerstörung beider Putamina bekannt, der ohne ein darauf zu deutendes Symptom verlief.

Wenn eine Affection lediglich die Hirnbasis vor dem Pons betrifft, werden die Symptome, welche durch Reizung oder Lähmung der dort liegenden Nerven erzeugt werden, die zur Diagnose weitaus wichtigsten sein. Dazu können sich noch, wenn die Hirnschenkel mit betroffen werden, Motilitäts- und Sensibilitätsstörungen in den Extremitäten einstellen; eine genaue Analyse der Symptome an Hand einer Abbildung der Hirnbasis führt oft zu recht scharfer Local-Diagnose.

Siebente Vorlesung.

Die Regio subthalamica, die Vierhügelgegend und der Opticusursprung.

M. H.! Wir haben in der letzten Vorlesung die Verfolgung der Hirnfasern nach abwärts für kurze Zeit unterbrochen, um die Gebilde der Gehirnbasis etwas näher kennen zu lernen. Lassen Sie uns aber da wieder anknüpfen, wo wir abbrachen.

Wir hatten Folgendes constatirt: In der Gegend des hinteren Thalamusgebietes etwa treten die Züge der inneren Kapsel, soweit sie nicht im Thalamus geblieben oder sich in den unter ihm liegenden Ganglien verloren haben, frei an der Hirnbasis, wo sie den Fuss des Hirnschenkels bilden, hervor. Caudal und ventral vom Thalamus sind neu aufgetreten der Nucleus ruber und das Corpus subthalamicum. Aus der inneren Kapsel tritt an diesen dorsal vorbei ein directer Zug der Haubenstrahlung, ein anderer hat erst den Nucleus lentiformis passirt und ist dann in Beziehung zu den Ganglien getreten, indem er, um dahin zu gelangen, die Capsula interna durchbrach.

Diejenigen Züge der Haubenfaserung, welche durch das Corpus striatum hindurchgetreten sind, lassen sich zu einem Theil in das Corpus Luys hinein verfolgen. Ein anderer Theil von ihnen scheint zusammen mit den aus dem Putamen und aus dem Nucleus caudatus stammenden Fasern in das dorsal von der Substantia nigra liegende Stratum intermedium zu gelangen.

Die Faserung der Regio subthalamica bedarf erneuter Durchforschung unter Anwendung aller verfügbaren Methoden. Bisher wurde sie meist (Meynert, Forel, Wernicke) an Schnittpräparaten vom Erwachsenen untersucht. Die von Flechsig und mir dort angewandte entwicklungsgeschichtliche Methode hat bereits die Sonderung der Haubenfaserung aus dem dort herschenden Chaos ermöglicht.

Der Zug der Haubenstrahlung, welcher sich aussen an den rothen Kern anlegt, wird wahrscheinlich zur „oberen Schleife“. Diese ist bei Früchten aus dem siebenten Monat bereits deutlich und markhaltig. Der Thalamus enthält zu dieser Zeit ausser dem Viq' d'Azyr'schen Bündel keine markhaltigen Fasern, die Capsula interna nur die Haubenstrahlung.

Aus dem Thalamus treten Fasern, Laminae medullares Thalami, zum rothen Kern, andere gehen zum Corpus subthalamicum. Zwischen dem Hirnschenkelfuss und all diesen Fasern und Ganglien, deren Gesammtheit die Haube bildet, ist caudal vom Corpus subthalamicum die Substantia nigra aufgetreten.

Wir gelangen in das Bereich des Mittelhirnes. Zu diesem gehört (entwicklungsgeschichtlich) bereits jener starke weisse Faserzug, der an der Stelle, wo der Ventrikel sich zum Aquaeductus Sylvii verengt, über den letzteren wegzieht, die Commissura posterior (Fig. 59). Bei niederen Wirbelthieren ist es leichter als bei Säugern nachzuweisen, dass sie aus einem in der Tiefe des Zwischenhirnes beiderseits nahe der Mittellinie liegenden Ganglion entspringt. Aber auch bei den letzteren hat Meynert gezeigt, dass ihre Bündel sich mitten aus den Thalamuskernen heraus entwickeln. Dann gelangen sie dorsalwärts ziehend an die Oberfläche und wenden sich vor den Vierhügeln zur gekreuzten Seite. Sie ziehen da aber nur eine ganz kurze Strecke horizontal dahin, tauchen vielmehr bald in die Tiefe der Mittelhirnhaube ein, in der sie dann caudalwärts weiter streichen. Die Mehrzahl der betreffenden Fasern zieht, wie

ich bei niederen Wirbelthieren besonders deutlich sehe, lateral und ventral vom hinteren Längsbündel in die Oblongata; erst durch sie wird jenes Bündel, das wir später kennen lernen werden, zu einem starken. Aehnliches haben Spitzka und Darkschewitsch bei Säugern gesehen. Nach des letzteren Ansicht gelangen die medial gelegenen Fasern in den Kern des Nervus oculomotorius. Sicher ist, dass sie ihm so nahe treten, dass sie zum Theil dort zu enden scheinen. Man sieht in den Kern Fasern von der gleichen und solche von der gekreuzten Seite her eintreten. In Figur 72 ist es so gezeichnet, als entstammten diese der Substantia reticularis und der hinteren Commissur, was auch das wahrscheinlichste ist. Bei allen Wirbelthieren ist die hintere Commissur eines der ersten Bündel, die sich mit Mark umgeben. Ihr Zug ist von dem einfachen Gehirn der

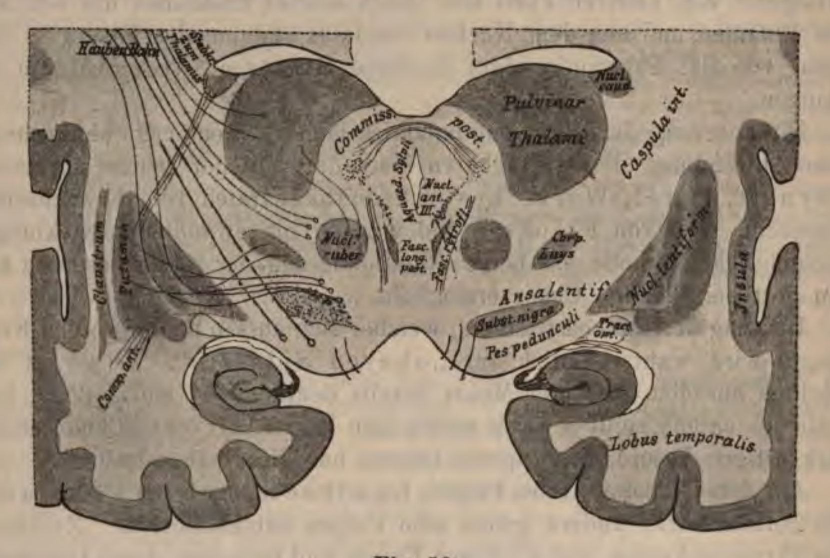


Fig. 59.
Schema eines Schnittes durch die Gegend unter der Commissura posterior. Zeigt die Ganglien und den Verlauf einiger Fasern der Regio subthalamica.

Cyclostomen bis hinauf zum Menschen immer sich gleich verhaltend nachweisbar.

Unter dem Aquaeductus ziehen nun die Gebilde der Haube und die Fasern des Fusses weiter nach hinten. Ueber ihnen liegt was aus dem Dach des Mittelhirnes hervorging, die Corpora quadrigemina. Die folgende Abbildung zeigt die Vierhügel von oben gesehen. Sie liegen auf den Hirnschenkeln etwas zwischen die Thalami hineingeschoben. Hinter ihnen kommt jederseits ein starker Faserzug aus der Tiefe, der sich in das Kleinhirn einsenkt. Es ist der Bindearm oder vordere Kleinhirnschenkel. Auf Fig. 53 sehen Sie denselben aus dem rothen Kern, der ja unter dem Thalamus und den Vierhügeln in der Haube liegt, entspringen. Hinter den Vierhügeln tritt er aus der Haube heraus an die Oberfläche.

Man unterscheidet die vorderen von den hinteren Vierhügeln; doch nur bei vielen Säugern ist diese Unterscheidung dem blossen Auge leicht, bei allen anderen Vertebraten sind die vorderen so mächtig, dass die hinteren als kleines Ganglion in der Tiefe unter ihnen verschwinden (vergl. 2. Vorlesung Fig. 11—17). Aus den vorderen Vierhügeln entspringt ein grosser Theil der Sehnerven. Sie erhalten, wie der Thalamus, Fasern aus dem

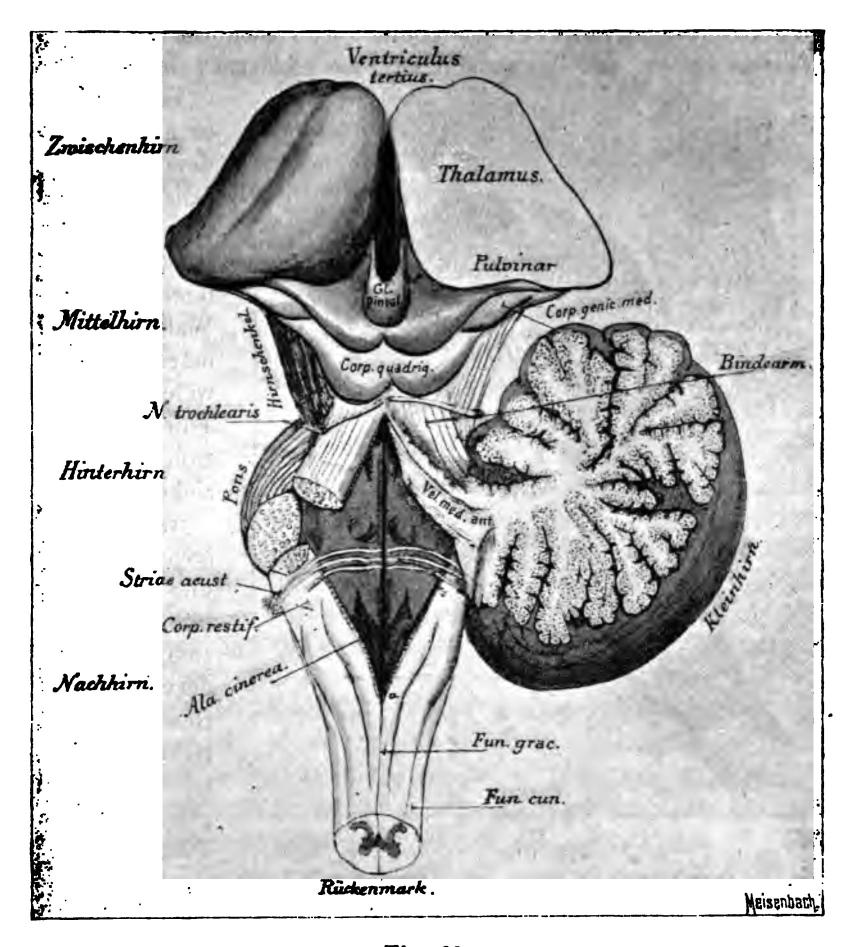


Fig. 60.

Die Gehirntheile vom Thalamus bis zum Rückenmark (der „Hirnstamm"). Das Cerebellum gespalten und links abgetragen.

Gebiet des Hinterhauptlappens, welche in der Sehstrahlung zur inneren Kapsel verlaufen und von da als vorderer Vierhügelarm zu ihm aufsteigen. In eben diesem Arm verlaufen nach abwärts die Fasern zum Tractus selbst.

Der vordere Vierhügelarm, welcher also aus Fasern von der Rinde und aus solchen zum Tractus zusammengesetzt ist, tritt nur mit den Gehirnfasern in den Vierhügel ein, seine Sehnervenfasern überziehen dessen

graue Oberfläche (Stratum zonale) und enden dort in einem feinen Netzwerk, das wahrscheinlich den zahlreichen schlanken dort liegenden Zellen entstammt.

Der hintere Vierhügel scheint zwar auch zunächst mit dem Tractus opticus in Verbindung zu stehen, es ist aber sehr unwahrscheinlich, dass er Fasern enthält, die beim Sehacte benutzt werden. Sein Arm stammt aus dem Corpus geniculatum mediale und aus der bisher noch nicht erwähnten Commissura inferior (Gudden'sche Commissur), welche mit dem Tractus opticus zum hinteren Winkel des Chiasma gelangt (s. Fig. 66). Vielleicht enthält er auch Fasern aus dem Lobus temporalis. Die ausserordentliche Entwicklung des hinteren Hügels bei Walthieren und die mächtigen Züge, welche bei diesen Thieren von dort zum Acusticuskern ziehen, machen es wahrscheinlich (Spitzka), dass dies Ganglion in irgend einer Beziehung zum Hörnerven steht. Die Resultate darauf gerichteter experimenteller Untersuchungen stehen damit in Einklang. Der hintere Vierhügel soll nach Zerstörung des Acusticus etwas atrophisch werden (Baginski), doch scheint mir gerade der letztere Punkt noch weiterer Untersuchung bedürftig.

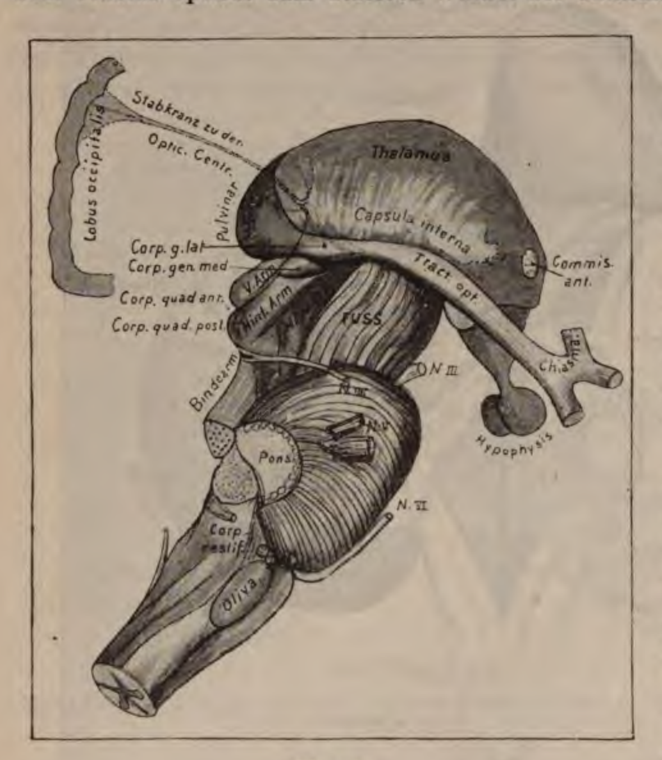


Fig. 61.
Thalamus und Corpora quadrigemina von der Seite gesehen. Das Vorderhirn da abgetrennt, wo seine Stabkranzfasern in die Capsula interna treten. Schematisch ist das Verhalten der Sehstrahlung zum hinteren Theil der Kapsel und zu den Ursprungsstellen des Opticus angedeutet.

Von der Seite her ist die Lage der Vierhügelarme zu den Ganglien und zum Tractus opticus ganz deutlich, ebenso die Lage der Corpora geniculata, des C. g. mediale, das dem hinteren Arm eng anliegt und C. g. laterale, welches zwischen Pulvinar und Tractus opticus eingeschaltet zu sein scheint, und dessen schon bei Besprechung des Thalamus gedacht wurde. Aus dem letzteren Ganglion bekommt der Tractus opticus Fasern, ausserdem solche aus dem Pulvinar Thalami und von dessen Stratum

zonale. Die Opticusfasern aus den vorderen Vierhügeln wurden vorhin erwähnt. Sie verlaufen wohl zum grössten Theil im Arm des vorderen Hügels. Ausserdem bezieht der Nerv Wurzelfasern aus der Gegend des Corpus subthalamicum und aus der grauen Substanz in der Gegend des Infundibulum (basale Opticuswurzel). Vergl. Fig. 66.

So stellt sich der Sehnervenursprung am Präparat vom erwachsenen Menschen dar. Nach J. Stilling kommt dazu noch eine im Hirnschenkelfuss aus der Oblongata aufsteigende Wurzel. Es sind nun aber alle diese Fasern und Kerne beim Menschen so schwierig richtig zu deuten, dass wir uns fragen müssen, wie weit die betreffenden Befunde durch Untersuchungen an anderen Objecten gestützt werden. Zunächst bietet die vergleichende Anatomie in dem Mittelhirn der Fische und Vögel Opticuscentren von solcher Mächtigkeit, dass dort die Verhältnisse viel leichter als bei Säugern studirt werden können. Bei diesen Thieren, aber auch bei den Reptilien und Amphibien, erkennt man leicht, dass der Sehnerv in seiner Hauptmasse sicher aus dem vorderen Vierhügel stammt, dass er auf seinem Laufe über das Corpus geniculatum laterale hinweg aus diesem Fasern bekommt, und dass ihm schliesslich noch aus der Gegend hinter dem Infundibulum eine basale Wurzel zuwächst. Experimentelle Untersuchungen (Gudden, Ganser, Monakow) an Säugern ergeben, dass nach früher Ausrottung eines Auges der vordere Vierhügel, das Corpus geniculatum laterale und Fasern aus dem Pulvinar entarten. Das Pulvinar ist übrigens bei den meisten Säugern sehr klein und erreicht erst bei den Primaten einige Grösse.

Als gesichert können wir wohl den Sehnervenursprung aus den vorderen Hügeln, Corpus geniculatum laterale, Pulvinar, Stratum zonale und Hirnbasis ansehen. Die Wurzeln aus dem Corpus geniculatum mediale, aus dem Corpus subthalamicum und aus dem Hirnschenkel sind einstweilen noch nicht so wie nothwendig durch verschiedene Methoden bestätigt.

Für einen Theil der hier genannten Ursprungsstätten des Opticus ist der Zusammenhang mit der Rinde des Occipitalgebietes aufgefunden. Die betreffenden Fasern bilden die Sehstrahlung, welche vom Hinterhauptlappen zum hintersten Theil der inneren Kapsel gelangt und von da in den Thalamus und den vorderen Vierhügelarm verfolgt wurde. Auf Fig. 44 ist sie sichtbar. Ihre Fasern enden jedoch nicht, wie es dort scheint, in den lateralen Theilen des Hinterhauptlappens, sondern wenden sich in Ebenen, die vom Schnitt nicht getroffen sind, medialwärts, dem Cuneus zu. Bei zerstörenden Krankheitsherden im Hinterhauptlappen und im hintersten Theil der inneren Kapsel treten ganz ähnliche Sehstörungen auf, wie wenn der Sehnerventractus der betreffenden Seite gelitten hätte. Es fällt die äussere Netzhauthälfte des gleichseitigen und die innere des entgegengesetzten Auges aus.

Lassen Sie uns jetzt, wo wir im Allgemeinen etwas über die Vierhügelgegend orientirt sind, einen Schnitt betrachten, der etwa 5 mm hinter dem auf Figur 59 abgebildeten angelegt ist, der also das vordere Vierhügelpaar durchschneidet, unter ihm durch die Gebilde der Haube geht und schliesslich die Hirnschenkel durchtrennt.

Orientiren wir uns nach dem bereits Bekannten. Beiderseits aussen liegt das Pulvinar Thalami, aus dem der Sehnerv zu kommen scheint.

Das Corpus geniculatum laterale ist in seinen Verlauf wie eingeschaltet. Er bekommt einen, namentlich links deutlichen, Zuzug aus dem vorderen Vierhügelarme, über dem Sie das vom Schnitt getroffene Corpus geniculatum mediale erkennen.

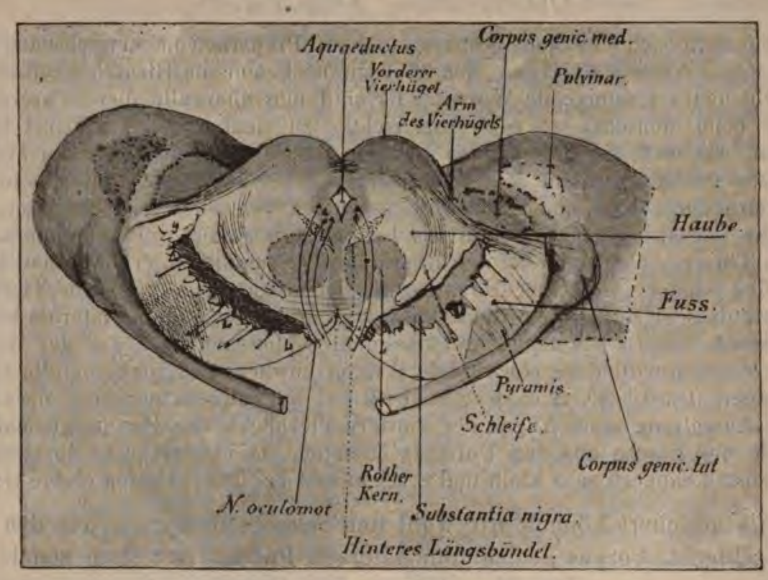


Fig. 62.
Querschnitt durch die vorderen Vierhügel (etwas schematisirt).

Unter dem Pulvinar kommt der Hirnschenkelfuss aus der Tiefe.

In ihm sind an dieser Stelle die folgenden Züge noch enthalten: 1. Die Fasern aus der motorischen Region der Rinde, die wir im Stabkranz und der Capsula interna als Pyramidenbahn kennen gelernt haben. Sie liegen, etwas dunkler schattirt, nahe der Mitte. 2. Die Fasern aus dem Stirnhirn zur Brücke, nach innen von der Pyramidenbahn gelegen. 3. Die Fasern aus dem Schläfenlappen zur Brücke. Sie sind nach aussen von der Pyramidenbahn gelegen. Ueber diesen drei Theilen des Hirnschenkelfusses, von denen die erste, die Pyramidenbahn, zuerst markhaltig wird, liegen Fasern, wahrscheinlich aus dem Corpus striatum, die nicht eingezeichnet sind (vgl. Figur 50), Meynert's Stratum intermedium, und dann folgt die Substantia nigra, eine Anhäufung von feinen Nervenfäserchen und Ganglienzellen noch ganz unbekannter Bedeutung. Nach aussen von ihr (etwa bei *g* der Figur 62)



Fig. 63.
Anfang der Brücke, Neugeborener, Hämatoxylinfärbung. Kreuzung der Bindearme.

liegt noch ein kleines bislang meines Wissens noch nicht beschriebenes Ganglion.

In der Haube fallen Ihnen zunächst die beiden grossen runden grauen Querschnitte auf, sie gehören den rothen Kernen an (vgl. Fig. 59); das Corpus subthalamicum, welches auf dem Fig. 54 abgebildeten Schnitt neben ihnen lag, ist in dieser Höhe verschwunden.

Der rothe Kern, in den Fasern aus dem Thalamus (und aus der Haubenstrahlung?) gelangen, ist unter den Vierhügeln schon reich an markhaltigen Fasern. Diese ziehen unter den hinteren Vierhügeln nach der Mittellinie und kreuzen sich da mit denen der anderen Seite. Sie gehören dem Bindearm oder oberen Kleinhirnschenkel an; die Kreuzung heisst **Bindearmkreuzung**. Auf der Figur 63 ist sie sehr deutlich. Noch weiter hinten bilden die gekreuzten Bindearme bereits dicke nach aussen vom rothen Kern liegende Bündel, die dann immer weiter nach aussen rücken und schliesslich an die äussere Oberfläche gelangen. Von da ziehen sie rückwärts zum Kleinhirn, wie es in Figur 60 zu sehen ist.

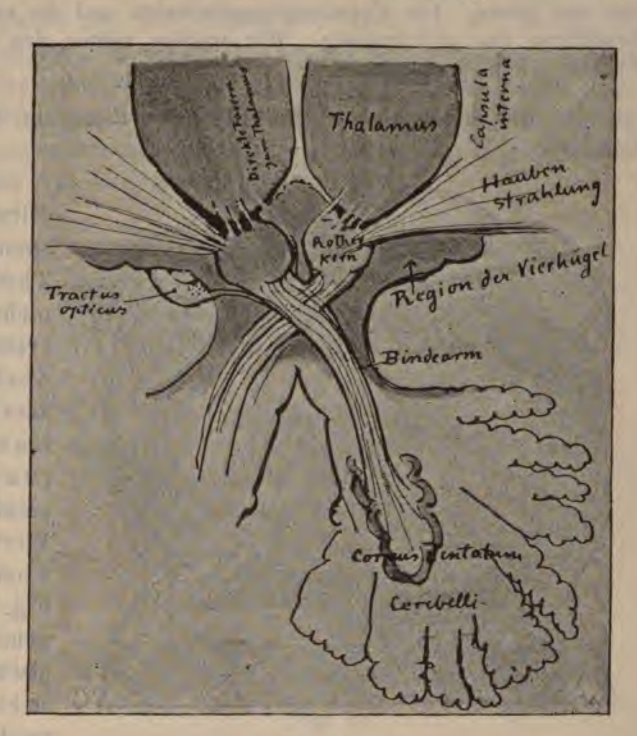


Fig. 64.
Schematisch gehaltener Horizontalschnitt durch die Bindearmkreuzung und ihre Umgebung. Der Zug zum Opticus ist fraglich.

Ein fast horizontal durch den Thalamus, die Vierhügel und das Kleinhirn gelegter Schnitt, der dem Verlauf der Bindearme folgt, würde etwa in der Weise der Fig. 65 die Beziehungen zwischen Thalamus, Nucleus ruber, Haubenstrahlung, Bindearm und Cerebellum erkennen lassen.

Im Kleinhirn tritt der Bindearm in das Corpus dentatum.

Nach aussen vom rothen Kern liegt in Fig. 62 ein dickes Bündel schräg abgeschnittener Fasern, die unter den Vierhügeln hervorzukommen scheinen. Sie ziehen nach abwärts in die Gegend über der Substantia nigra. Diese Fasern entstammen zum grossen Theil den Vierhügelganglien. Man bezeichnet sie als **untere Schleife**. Die **obere Schleife**, welche

zum grossen Theil aus der Haubenstrahlung, resp. der Linsenkernschlinge stammt, liegt in den Schnittebenen, die wir eben besprechen, etwas nach aussen und unten vom rothen Kern als geschlossenes Bündel von Querschnitten. Innen und aussen von ihr legen sich die Fasern der unteren Schleife ihr an. So entsteht eine breite Schicht von Querschnitten direct über der Substantia nigra, die als Schleifenschicht bezeichnet wird.

Der grösste Theil der Schleifenschicht kann caudalwärts bis in die Kerne der sensibeln Nerven und diejenigen der Hinterstränge verfolgt werden. Meynert hat zuerst nachgewiesen, dass wir in ihr ein Stück der sensibeln Bahn vor uns haben. Die Entwicklungsgeschichte und die vergleichende Anatomie bestätigen das gleichmässig. Wir werden später den weiteren Verlauf der Schleifen kennen lernen.

Die Schleifenschicht enthält also zwei Elemente, die obere und untere Schleife.



Fig. 65.
Schräg von vorn oben nach hinten unten abfallender Frontalschnitt (Schnittrichtung in der Nebenfigur angegeben), enthält den grössten Theil des Ursprunges der Mittelhirnschleife. Färbung mit Hämatoxylinlack.

Die untere (besser Mittelhirn-)Schleife entstammt zum grössten Theile einem bisher noch nicht erwähnten Fasersystem, dem tiefen Mark des Mittelhirndaches, zum anderen Theile dem Ganglion des hinteren Vierhügels. Auf einem schräg durch beide Vierhügel abfallenden Frontalschnitt, wie ihn Fig. 65 darstellt, ist das deutlich zu erkennen. Das erwähnte Ganglion besteht aus einem mächtigen rundlichen, von einem feinen Fasernetze erfüllten Kern. Der hintere Vierhügel besitzt nur diesen und zeigt deshalb nicht die abwechselnde Schichtung von grauer und weisser Substanz, welche den vorderen, das Opticusganglion, charakterisirt. Er steht mit dem der anderen Seite durch über dem Aquaeduct verlaufende Fasern in Verbindung.

Das tiefe Mark ist ein phylogenetisch sehr altes System. Es fehlt selbst in den einfachst gebauten Gehirnen niederer Wirbelthiere nicht und umgiebt sich bei diesen, wie auch beim Menschen, ausserordentlich frühzeitig mit Markscheiden. Seine Fasern entspringen in Schichten der Mittelhirndecke, welche unter denjenigen liegen, welche dem Opticus Ursprung geben. Aus diesen ziehen sie zuerst radiär nach innen, wenden sich dann

aber nahe dem centralen Höhlengrau, das den Aquaeductus umgiebt, ventralwärts. Die lateralsten dieser Fasern gelangen, vereint mit solchen, welche von der anderen Seite her stammen, in die Schleife, die medialeren aber umgürten den Aquaeductus und kreuzen sich ventral von ihm zum grossen Theil mit denen der anderen Seite. Beim Menschen ist die Endigung dieses Theiles der Fasern noch nicht sicher gestellt. Man bezeichnet sie mit dem ihnen von Forel gegebenen Namen der fontaineartigen Haubenkreuzung (Fig. 66, 70, 72). Bei den Fischen und den Vögeln sind gerade die Fasern des tiefen Markes so stark ausgebildet, dass ihr Verlauf leichter zu erkennen ist. Bei ihnen, aber auch bei den Amphibien und Reptilien, erkennt man, dass es sich um ein Fasersystem handelt, das, soweit es nicht in der Schleife abwärts zieht, dem Mittelhirn selbst angehört und in Zellen theils auf dessen gleicher, theils auf dessen gekreuzter Seite endet. An den entsprechenden Stellen finden sich auch beim Menschen Zellgruppen (laterales und mediales Ganglion, Fig. 66).

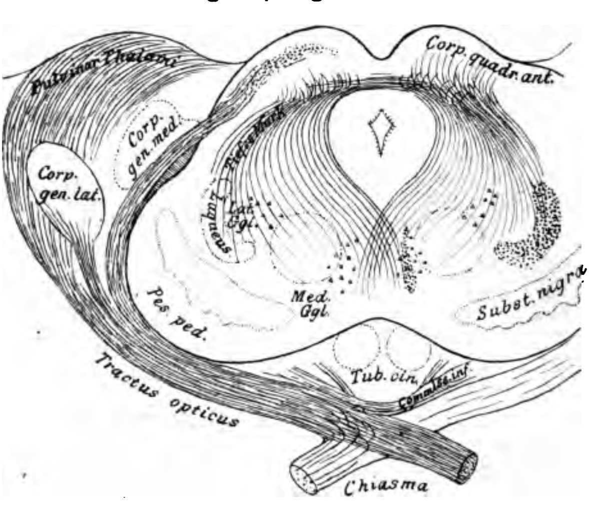


Fig. 66.
Die im Mittelhirndach entspringenden Fasern. Dorsal der Tractus opticus, ventral das tiefe Mark. Schema, das auch die anderen Opticuswurzeln enthält.

Im centralen Höhlengrau unter den Vierhügeln treten die ersten Ganglienzellen auf, welche einem Hirnnerven, dem Nervus oculomotorius, Ursprung geben. Aus ihrer Vereinigung, dem Nucleus N. oculomotorii, ziehen die Wurzelfasern des Nerven ventralwärts durch die Haube und den Fuss nach der Vorderseite des Gehirnes, wo sie zu dicken Bündeln geeint austreten (s. Fig. 72). Der Oculomotorius enthält die Fasern zu mehreren Muskeln in und ausser dem Auge. Es ist dadurch, dass man nucleare Lähmungen einzelner dieser Muskeln kennt, sehr wahrscheinlich geworden, dass der Kern aus einem Complex von räumlich etwas gesonderten Einzelkernen besteht. Beim Menschen sieht man in der That eine deutliche Sonderung in mehrere Theile. Ganz vorn, z. Th. noch in der Seitenwand des Ventriculus tertius liegt jederseits ein schmaler kleinzelliger Kern, der Nucleus anterior. Er sendet seine spärlichen Fasern etwas caudal gerichtet zum Hauptstamm des Nerven. Hinter ihm liegt, sich fast über die ganze Länge des Aquaeductus erstreckend, der aus grossen multipolaren Ganglienzellen bestehende Nucleus posterior, an dem man eine gewisse Anordnung der Zellen zu Gruppen erkennt. Na-

mentlich deutlich abgrenzbar ist eine dorsaler gelegene Zellansammlung. Während nämlich alle anderen Oculomotoriusfasern auf der Ursprungsseite austreten, ziehen, wie zuerst Gudden nachgewiesen, die Fasern aus dieser Gruppe nach der Mittellinie, tauchen dort ventralwärts und kreuzen sich dabei. Ausser der dorsalen lässt sich noch eine mediale Abtheilung wohl abgrenzen. Sie liegt genau in der Mittellinie und sendet nach rechts und nach links Wurzelfasern aus.

Fig. 67 stellt die Kerne am Boden des Aquäductes und die Art, wie sie sich mit dem Nerven verbinden, halbschematisch dar. Sie bemerken auf ihr noch jederseits zwei kleinere Kerne *a* und *b*, die vorn unter sich verbunden sind. Diese zuerst von mir bei Foeten gesehenen, dann von Westphal an Erwachsenen genauer untersuchten Kerne liegen in einem dichten Netz von Nervenfasern. Es ist noch nicht sicher, ob und in welcher Weise sie mit dem Oculomotorius in Verbindung stehen. Es liegen bereits so verschiedene klinische Erfahrungen und Sectionsbefunde vor, dass man es wagen konnte, die Lage zu bestimmen, welche die einzelnen Augenmuskeln im Kerne einnehmen. Ich theile Ihnen von den mannigfachen dahin zielenden Versuchen, die durch Kahler glücklich begonnen wurden, den letzten, die Tabelle von Starr mit. Nach dieser liegen von vorn nach hinten die Einzelkerne so:

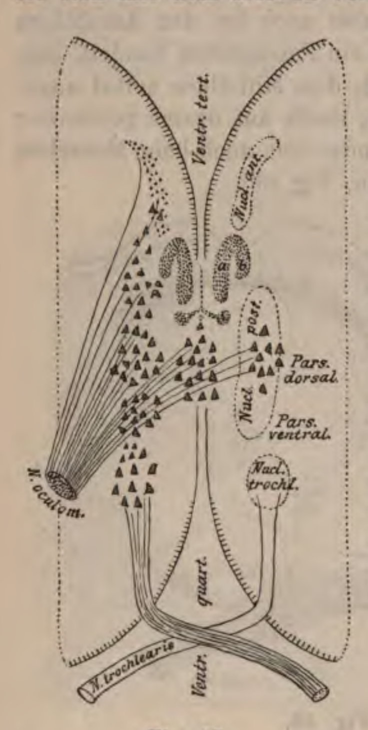


Fig. 67.
Der Boden des Aquaeductus Sylvii. Aufsicht. Die Kerne des Oculomotorius und Trochlearis. Halbschema.

Sphincter Iridis	Musculus ciliaris	Medianlinie
Levator palp.	Rectus int.	
Rectus sup.	Rectus inf.	
Obliquus inf.		

Die Nerven für die Innenmuskeln des Auges entspringen wahrscheinlich aus dem vorderen Kerne. Die gekreuzte Bahn, vielleicht auch der mediale Theil des hinteren Kernes, wird dem Rectus internus zuzutheilen sein. Die anatomische Grundlage für den von der Klinik postulirten directen und gekreuzten Zusammenhang des Oculomotorius mit den Centren des Opticus ist noch nicht sicher nachgewiesen. Fasernetze und Züge, durch welche die Verbindung stattfinden könnte, sind in dieser Gegend mehrfach vorhanden. Das beweisende Experiment oder die beweisende klinische Beobachtung mit nachträglich erhobenem Befund steht noch aus.

Der Oculomotoriuskern liegt ventral vom Aquaeductus Sylvii, also in dessen Bodentheil. Wir werden in der Folge, wenn wir in der Betrachtung der Haubengegend allmälig abwärts schreiten, den Kernen fast aller übrigen Hirnnerven in dieser Bodenregion begegnen.

Aus jedem Hirnnervenkerne entspringt der betreffende Nerv direct, zu jedem treten Fasern aus höher oben liegenden Hirntheilen, welche von der entgegengesetzten Seite kommen und sich in der Mittellinie kreuzen, ehe sie in den Kern eintreten. Klinische Erfahrungen sprechen dafür, dass der obere Theil der Hirnnervenbahn, derjenige vor dem Kern, bis in die Grosshirnrinde zieht.

Der Faserverlauf im Bereich des Thalamus und der Regio subthalamica ist weniger sicher bekannt als an den meisten anderen Stellen des Gehirnes. Auf diesem schwierigen Gebiete haben Meynert, Forel, Gudden, Flechsig, Wernicke, der Verfasser und Andere gearbeitet.

Der Ursprung des Sehnerven ist wesentlich bearbeitet worden von Meynert, J. Stilling, Tartuferi, Gudden, Bellonci und Monakow.

Sie werden, meine Herren, viele pathologische Erscheinungen von Seiten des Nervensystems besser verstehen, wenn Sie einstweilen das nachstehende einfache Schema einer Innervationsbahn acceptiren. Jeder periphere Nerv, zunächst gilt das nur für die motorischen, endet im Centralorgan in einem Kern. Nerv und Kern bilden das erste Glied der Bahn; zu dem Kern gelangt aus der Rinde des Vorderhirnes ein Stabkranzzug als das zweite Glied der Kette: Nerv, Kern — Stabkranz, Rinde.

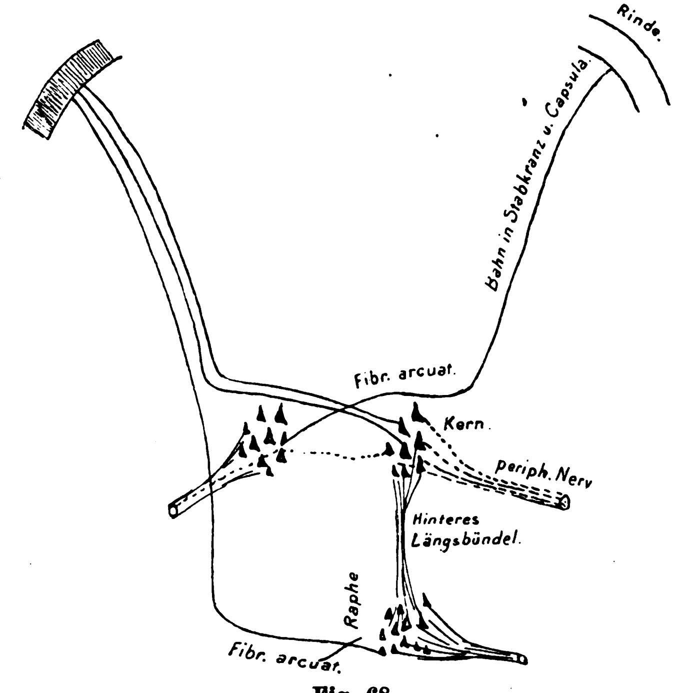


Fig. 68.
Schema der Innervationsbahn von der Hirnrinde bis zu den (motorischen) Hirnnerven.

So lange das erste Glied intact ist, können die betreffenden Muskeln noch durch elektrische, mechanische, reflectorische Reize, bei Thieren auch bis zu einem gewissen Grade durch Willensimpulse zur Bewegung gebracht werden;

wird Nerv oder Kern zerstört, so ist absolute Lähmung da. Zur vollen Möglichkeit des bewussten Wollens aber bedarf es der Intactheit des zweiten Gliedes; ja bei dem hoch ausgebildeten Gehirn des Menschen ist überhaupt, wenn das zweite Glied unterbrochen ist, kein Bewegen durch den Willen mehr möglich. Wenn Jemand durch Schlagfluss eine Zerreissung der Capsula interna bekommt, so sind die Muskeln der gekreuzten Körperhälfte nicht eigentlich gelähmt; sie können nur nicht mehr durch den Willen, wohl aber durch andere Reize zur Contraction gebracht werden. Anders ist es, wenn, bei der spinalen Kinderlähmung z. B., ein Nervenkern selbst zu Grunde geht; dann haben wir eine echte Lähmung, welche, meist irreparabel, zu Atrophie führt und bei der reflectorische und andere Reize wenig vermögen. Es ist ein grosser Unterschied in Bezug auf die Aussicht auf Wiederherstellung der Function, ob die Grosshirnbahn oder eine tiefere Stelle des Innervationsweges unterbrochen ist.

Das Schema Fig. 68 sucht die wichtigsten Züge zu den Kernen der Hirnnerven wiederzugeben. Ausser der oben erwähnten centralen Bahn, dem Kern und der peripheren Bahn sehen Sie in demselben noch Linien aufgenommen, welche den Nervenkern mit tiefer liegenden Kernen anderer Nerven verbinden, ausserdem solche, welche aus einem Kern kommen, aber erst durch den Nerv der entgegenliegenden Seite das Centralorgan verlassen.

Sie haben im Anfang der heutigen Vorlesung erfahren, dass aus der hinteren Commissur sich Fasern rückwärts wenden. Diese, vereint mit solchen, welche aus der Tiefe des Zwischenhirnes stammen, findet man zuerst zu feinen Bündelchen gesammelt ventral vom vorderen Oculomotoriuskerne. Nach hinten aber wird das Areal, welches sie einnehmen, immer grösser. Es treten nämlich zu ihnen noch eine Menge Fasern aus dem Kerne des Oculomotorius selbst. Dem fast dreieckigen Querschnitte des so aus verschiedenen Bestandtheilen sich zusammensetzenden Bündels werden wir von jetzt ab auf allen Schnitten von den Vierhügeln bis in den Anfangstheil des Rückenmarkes hinab begegnen. Die betreffenden Fasern heissen in ihrer Gesammtheit Fasciculus longitudinalis posterior, hinteres Längsbündel. Da auf der ganzen Länge des Verlaufes dieses Bündels, wie man an Embryonen aus dem 6.—7. Monat, wo nur wenige andere Fasern markhaltig sind, gut sieht, Fasern aus ihm zu den Nervenkernen abgehen, da auch sein unteres Ende viel weiter hinab ragt als der Abducenskern, so ist es

Fig. 69.
Längsschnitt durch die Vierhügelgegend eines menschlichen Fötus von 28 Wochen; nahe der Medianlinie. Die Aussenwand des Aquaeductus zum Theil getroffen. Endigung des hinteren Längsbündels im Oculomotoriuskern. Alle markhaltigen Fasern durch Hämatoxylin gefärbt.

wahrscheinlich, dass das hintere Längsbündel ausser den Verbindungen der Augenmuskelnerven unter einander, auch noch Züge für andere Hirnnerven enthält.[1])

Zwischen beiden hinteren Längsbündeln soll im Bereich der hinteren Vierhügel ein Faseraustausch stattfinden, durch den Oculomotorius und Trochlearis der einen Seite mit dem Abducens der anderen Seite verbunden werden.

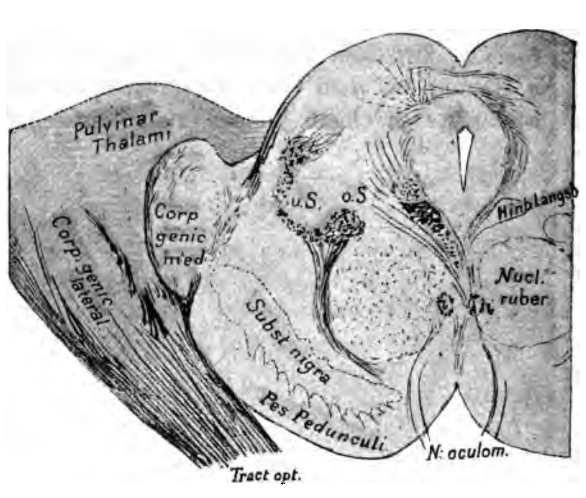


Fig. 70.
Frontalschnitt durch die vorderen Vierhügel einer Frucht aus dem neunten Monate.

Die zahlreichen Fasersysteme, welche in der Vierhügelgegend verlaufen, werden in ihren Abgrenzungen zu einander nur dann ganz klar, wenn man die Entwicklung ihrer Markscheidenbildung studirt. Ich möchte daher, meine Herren, diese Vorlesung nicht schliessen, ohne Ihnen ein diesbezügliches Präparat demonstrirt zu haben.

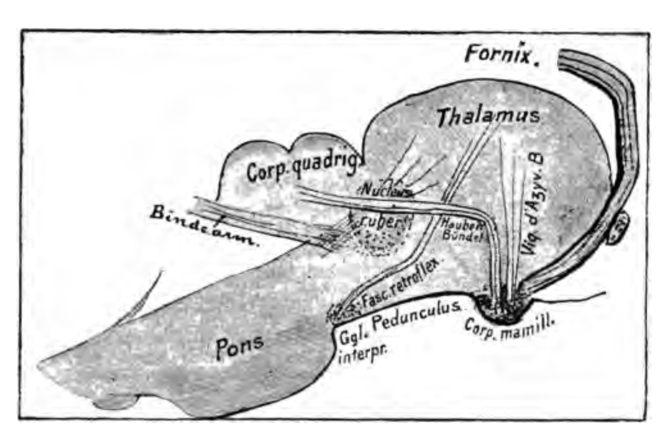


Fig. 71.
Schema eines Längsschnittes durch den Thalamus und die Vierhügel.

Sie sehen in Fig. 70 einen Schnitt durch die vorderen Vierhügel, dicht an der hinteren Commissur von einem im 9. Fötalmonat geborenen Kinde.

1) So nimmt es auch Flechsig an. Mir ist es vor dem 9. Monat nie gelungen, das Bündel weiter als zum Oculomotoriuskern zu verfolgen. Entscheidend sind Serienschnitte in longitudinaler Richtung, die mit Hämatoxylin gefärbt sind, wie deren einer oben abgebildet ist. Es werden nicht alle Fasern des hinteren Längsbündels zu gleicher Zeit markhaltig.

Alle zu dieser Zeit markhaltigen Fasern sind durch Hämatoxylin geschwärzt.

An den eingeschriebenen Bezeichnungen orientiren Sie sich leicht. Noch nicht näher erwähnt ist das kleine Bündel im Kreis stehender Querschnitte, das zwischen beiden rothen Kernen liegt und mit *b* bezeichnet ist. Es stammt aus dem Ganglion habenulae Thalami und zieht von dort nach rückwärts zu einem kleinen zwischen den Hirnschenkeln liegenden



Fig. 72.
Schnitt dicht hinter den vorderen Vierhügeln, combinirt nach Präparaten aus verschiedenen Stadien der Markscheidenbildung. Hämatoxylinkupferlackmethode.

Ganglion, dem Ganglion interpedunculare. Dort kreuzt es sich vor seinem Eintritt in das Ganglion mit dem analogen Bündel der anderen Seite. Es heisst Fasciculus retroflexus oder Meynert'sches Bündel. Sein Verlauf wird am besten aus Figur 71 klar. Vergl. auch Fig. 59.

Sie sehen an dem Schnitt von Figur 70 eine Menge Fasern aus der Schleife aussen um den rothen Kern in die Gegend über der Substantia nigra ziehen. Im Fuss ist im 9. Monate nur ein kleines innen liegendes Bündelchen, das auf der Zeichnung nicht angegeben ist, markhaltig; es soll aus der Linsenkernschlinge stammen.

In der Figur 72 lege ich Ihnen eine Abbildung vor, die nach Präparaten aus verschiedenen Entwicklungsperioden zusammengestellt, die allermeisten Bestandtheile erkennen lässt, welche auf einem Schnitte dicht hinter den vorderen Vierhügeln sichtbar sind.

Sie wollen dieselbe zu einer Repetition des heute vorgetragenen benutzen und die folgenden Bestandtheile aufsuchen:

1. Mittelhirndach: Corpus quadrig. anterius, aus dem dorsal der Arm zum Sehnerv, ventral das tiefe Mark stammt, die Kreuzung des letzteren über dem Aquäducte, das centrale Höhlengrau, das den Aquäduct umgiebt. An seinem äusseren Rande liegt ein bisher noch nicht erwähnter kleiner Kern, dessen blasige Zellen durch das ganze Mittelhirn an der gleichen Stelle gefunden werden. Aus ihm stammt ein dünnes Faserbündelchen, das immerfort Zuwachs erhaltend hinab in die Brücke zieht und dort sich zu den austretenden Fasern des Trigeminus gesellt. Es ist die absteigende Quintuswurzel.

2. Haube: Im ventralen Theile des Höhlengraues der Nucleus posterior medialis und lateralis des Nervus Oculomotorius, in ihn treten Fasern anscheinend aus dem tiefen Mark und solche aus dem Fasciculus longitudinalis posterior; aussen vom hinteren Längsbündel die Fasern der Commissura posterior, direct an es sich anschliessend. Nach aussen von diesen ein Markfeld, das wahrscheinlich aus dem Thalamus stammt, den es als Laminae medullares verlassen hat. Die Schleife aus den Vierhügeln und die aus der Haubenstrahlung — obere Schleife; nach innen von der Schleife der Nucleus ruber tegmenti, aus dem massenhaft bereits Bindearmfasern entspringen. Nahe der Medianlinie liegt jene Kreuzung von Fasern des tiefen Markes, die man als fontaineartige Haubenkreuzung bezeichnet. Zwischen ihr und dem Bindearm steigt ein Stück des Fasciculus retroflexus herab. Wie es an diese Stelle geräth, zeigt Figur 71.

3. Auf der Grenze zwischen Fuss und Haube erkennt man die Substantia nigra Sömmeringi, in der massenhaft Fasern — Stratum intermedium — verlaufen, die wohl aus dem Linsenkern stammen.

4. Fuss des Hirnschenkels. Noch marklos, nach einem Präparate von einem 4wöchentlichen Kinde ist die Pyramidenbahn eingezeichnet. Die innen von ihr liegenden Fasern stammen aus dem Lobus frontalis, die nach aussen liegenden aus dem Lobus parietalis. Ein Bündel verlässt in dieser Gegend die Pyramide, und, indem es den Fuss umzieht, gelangt es, allerdings erst in caudaler liegenden Ebenen, dicht an die Schleife, deren medialste Schicht es bildet. Spitzka hat es durch vergleichend anatomische Gründe sehr wahrscheinlich gemacht, dass dieses Bündel die cerebralen Bahnen der Hirnnerven enthält. Nach innen von ihm sind auf der Abbildung die Wurzelfasern des Oculomotorius sichtbar. Sie durchschneiden kurz vor ihrem Austritt den Pedunculus corporis mamillaris.

Wir haben noch das Wenige nachzutragen, was als Zeichen der Erkrankung der Vierhügelgegend mit einiger Sicherheit gelten kann.

Krankheitsherde in der Regio subthalamica treffen ein solches Gewirr ver-

schiedenartiger Fasern, dass ihre Symptome die allermannigfaltigsten sein werden. Eine sichere Diagnose dürfte jetzt noch kaum zu stellen sein.

Herde im Bereich der Hirnschenkel treffen die motorische Faserung für die gegenüberliegende Körperhälfte inclusive der betreffenden Hirnnerven. Auch sensorische und vasomotorische Störungen können eintreten. Meist aber wird nicht nur die Extremitätenmuskulatur und einer oder mehrere Hirnnerven gelähmt, sondern es treten auch Störungen im Oculomotorius der erkrankten Seite auf. Wenn gleichzeitig ein Oculomotorius und die ihm gekreuzte Körperhälfte gelähmt werden, darf man an einen Herd unter den Vierhügeln denken. Solche Kranke können die Glieder einer Seite nicht oder nur theilweise bewegen, das obere Lid hängt herab, die Pupille ist erweitert, der Augapfel durch den M. rectus externus nach aussen rotirt. Durch einen Tumor an der Hirnbasis könnten, wie ein Blick auf Fig. 57 zeigt, die gleichen Symptome einmal erzeugt werden; es ist deshalb wichtig für die Diagnose, wenn Augen- und Extremitätenlähmung gleichzeitig auftreten, was im letzterwähnten Fall nur durch eine ganz besondere Combination der Verhältnisse vorkommen dürfte. Wenn Anästhesie auftritt, ist sie ebenfalls nur auf der der Erkrankung entgegengesetzten Seite vorhanden. Die sensiblen Fasern verlaufen wahrscheinlich zum grössten Theil in der Schleife.

Reicht ein Krankheitsherd weiter dorsal und trifft die Corpora quadrigemina selbst, so tritt ausser der, wie ein Blick auf unsere Querschnitte zeigt, fast selbstverständlichen einseitigen oder doppelseitigen Oculomotoriuslähmung bei Erkrankung des vorderen Vierhügels Amaurose ein; zuweilen ist ophthalmoskopisch gar nichts Abnormes dabei nachzuweisen. Bei Tumoren kann natürlich, wie bei Tumoren an anderen Stellen des Gehirnes, Stauungspapille, Sehnervenatrophie etc. eintreten. Meist ist die Pupille ganz reactionslos. Welche Symptome den Erkrankungen der hinteren Vierhügel zukommen, wissen wir nicht. Man hat Gleichgewichts- und Coordinationsstörungen dabei eintreten sehen.

Am leichtesten wird der Verdacht auf Vierhügelerkrankung rege, wenn beide Oculomotorii gelähmt sind und periphere Ursachen (an der Hirnbasis) sich ausschliessen lassen oder wenn nur ein Theil eines Oculomotorius (z. B. nur die Fasern zu dem inneren Augenmuskel) geschädigt ist. Bei Affection des peripheren Stammes ist das unmöglich, solche Lähmungen sind nuclearer Natur.

Achte Vorlesung.

Die Brücke und das Kleinhirn.

Meine Herren! Wir haben in der letzten Vorlesung gesehen, dass die Faserzüge aus dem Vorder- und Zwischenhirn sich im Bereich des Mittelhirnes in zwei verschiedene Lagen, den Fuss und die Haube, ordneten. Hinter den Vierhügeln erweitert sich der Aquaeductus bedeutend. Fuss und Haube ziehen unter ihm weiter abwärts in das Hinterhirn. Nur ein Haubenbestandtheil, der Bindearm aus dem rothen Kern der Haube, tritt jetzt vom Boden des Mittelhirnes dorsalwärts zum Dache des Hinterhirnes. Aus diesem Dach ist beim Erwachsenen das Kleinhirn, Cerebellum, hervorgegangen. Der darunter liegende Hohlraum, die Fortsetzung des Aquäductes, heisst Ventriculus quartus. Im Boden und in den Seitentheilen des Hinterhirnes ist die Fortsetzung von Fuss und Haube enthalten.

Sehen wir zunächst zu, was aus der Faserung des Hirnschenkelfusses wird.

Nicht weit hinter den Vierhügeln legen sich dicke weisse Fasermassen vor die Hirnschenkel. Aus dem Kleinhirn herabsteigend umgreifen und bedecken sie die Fussregion in dichter Schicht. Die Gesammtheit dieser Fasern wird Brücke, Pons genannt.

Nur ein Theil von ihnen bedeckt den Fuss von aussen (Stratum superficiale pontis), die Mehrzahl dringt von beiden Seiten zwischen die Fussfaserung ein, zersprengt sie in einzelne Bündel, Stratum complexum et profundum pontis.

Sie erinnern sich, dass von den Fasern, welche im Fuss vom Gehirn abwärts ziehen, ein Theil nur bis zur Brücke verfolgt werden konnte. Es waren das Züge aus dem Frontal-, Parietal- und Temporallappen. Die Pyramidenbahn aus der Gegend der Centralwindungen zieht durch die Brücke hindurch. Fast das ganze innere und das äussere Drittel des Hirnschenkelfusses bleibt in der Brücke; jenseits derselben tritt nur noch von den Fussbestandtheilen das mittlere Drittel, eben die Pyramidenbahn, aus, wie die beistehende Zeichnung, welche die Brückė von vorn gesehen mit den Hirnschenkeln und dem Kleinhirn darstellt, durch stärkere Schattirung der Pyramide schematisch andeutet.

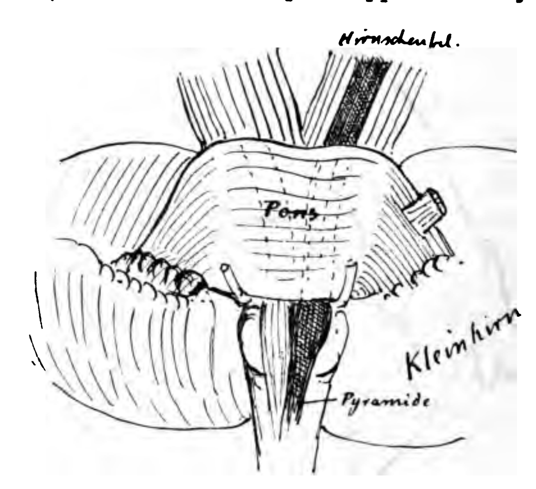


Fig. 73.
Die Hirnschenkel und die Brücke von vorn gesehen. Die Fussbahn, welche nicht in der Brücke bleibt, ist schraffirt.

Fig. 74 zeigt schematisch die Anordnung der Fasern und ihren Verlauf auf einem Querschnitt durch die Brücke. Die Züge kommen beiderseits von oben aus dem Kleinhirn, umgreifen und durchflechten die Fussfaserung und treten über die Mittellinie hinaus zu deren Längsbündeln. Es ist ziemlich sicher gestellt, dass sie sich mit einem grossen Theil derselben verbinden, dass sie also Fussfaserung ins Kleinhirn überführen. Wie aber diese Verbindung geschieht, ist nicht bekannt. Zwischen den Brückenfasern liegen zahlreiche Ganglienzellen. Diese werden von einem feinen Netz markhaltiger Fasern umsponnen und nur bis zu diesem Netz kann man die Fasern des Fusses einerseits, die Fasern der Brücke andererseits verfolgen.

Sicher gestellt ist so viel, dass aus der Gegend der Brücke, bis wohin die Fasern aus dem Fuss gelangen, Züge entspringen, welche senkrecht zu denselben über die Mittellinie hinaus zur gekreuzten Kleinhirnhälfte ziehen.

Es ist übrigens nicht sicher und nicht einmal wahrscheinlich, dass alle Brückenfasern nur directe oder indirecte Fortsetzungen von Grosshirnfasern sind. Die Brückenarme enthalten mehr Fasern als der Fuss zuleitet. Ausserdem bekommen, wie ich z. B. bei der Katze sehe, viele von ihnen Mark zu einer Zeit, wo noch keine einzige Faser im Fusse markhaltig ist.

Ist der Fuss des Grosshirnschenkels durch die Brückenfasern zerspalten und zum Theil in das Kleinhirn abgeleitet worden, so setzt sich doch die Haube desselben nur wenig verändert durch die Pons-Region hindurch fort.

An dem letzten Querschnitt durch die Vierhügelgegend hatten wir als wesentliche Bestandtheile der Haube die folgenden kennen gelernt (vgl. Fig. 72):

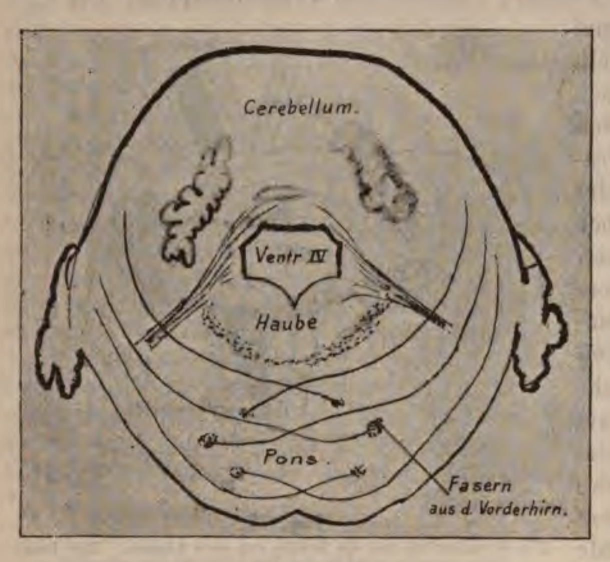


Fig. 74.
Schema eines Schnittes durch Brücke und Kleinhirn.

1. Die graue Substanz um den Aquaeductus mit den Nervenkernen.
2. Unter ihr die hinteren Längsbündel und nach aussen von diesen
3. Die Fasern der Commissura posterior.
4. Die Fasern aus den Striae medullares Thalami.
5. Die rothen Kerne im Centrum der Haube und die aus ihnen entspringenden Bindearme.
6. Die Schleife.
7. Der Pedunculus corporis mamillaris.
8. Fasern aus dem tiefen Mark nahe der Medianlinie.
9. Fasern aus dem Stratum intermedium.

Noch ehe die Brückenregion beginnt, wird der rothe Kern immer kleiner, die ihm entstammenden Bindearme rücken mehr und mehr nach aussen und präsentiren sich jetzt als zwei kräftige Faserbündel, die zwischen der Region des rothen Kernes und der Schleife liegen. In Figur 75 beginnt sich ihr Querschnittsbild bei *B* erst anzulegen; auf Schnitten, die nur wenig weiter nach hinten fallen, aber die Vierhügel noch treffen, liegen sie schon weit nach der Peripherie gerückt (Fig. 76) und in dem Fig. 77 abgebildeten Schnitt durch das Velum medullare posterius bilden sie die äussere Begrenzung der Zeichnung. Bald nachher senken sie sich in das Kleinhirn ein.

Das Gebiet, welches mit dem Verschwinden des rothen Kernes frei wird, nehmen die hier an Ausdehnung gewinnenden Fasern der Substantia reticularis ein, die wir später kennen lernen werden.

Der Aquaeductus erweitert sich, wie oben gesagt wurde, zur Rautengrube. Die ihn umgebende graue Substanz breitet sich damit auch in die Fläche mehr aus. Ein neuer Nervenkern, der Nucleus N. trochlearis, tritt in dieser Gegend auf. Die Trochlearisfasern steigen aber nicht wie die Oculomotoriusfasern durch die Haube nach abwärts; sie ziehen vielmehr gleich nach ihrem Ursprung ein Stück in fast horizontaler Richtung caudalwärts, erheben sich erst dann und kreuzen sich schliesslich im Velum medullare anticum mit denjenigen der anderen Seite. So verlassen sie das Gehirn an der dorsalen Seite, dicht hinter den hinteren Vierhügeln. Auf Fig. 76 u. 77 sind Stücke des Trochlearisverlaufes sichtbar. Nach J. Stilling bekommt der Nerv auch ein Würzelchen aus dem Cerebellum. Auf Fig. 67 ist der ganze Zug des Nerven nach Präparaten eingezeichnet. Oculomotoriusfasern entspringen in dieser Höhe keine mehr. Wohl aber ziehen von den Bestand-



Fig. 75.
Anfang der Brücke, Kreuzung der Bindearme. *B* Bindearm, *L* Schleife — vom Neugebornen. Die markhaltigen Fasern der Haube durch Hämatoxylin gefärbt.





Fig. 76 und **77.** Vom Neugebornen. Hämatoxylinfärbung.

Fig. 76. Schnitt durch das Ende der Vierhügel. Bindearmkreuzung fast vollendet, rother Kern sehr klein, oben Trochlearisfasern.

Fig. 77. Schnitt durch das Velum med. ant., in dem die Trochleariskreuzung sichtbar ist. Der rothe Kern verschwunden, die Bindearme liegen fast an der Peripherie. An Stelle des rothen Kerns Substantia reticularis. In der Brücke ein kleines Bündelchen markhaltiger Fasern. Die ganze übrige Faserung des Fusses ist noch marklos und nur durch Umrisse angedeutet.

theilen der Haube das hintere Längsbündel und die Schleifenschicht hierher herab. Sie nehmen noch ganz dieselbe Lage ein, die sie in der Vierhügelgegend hatten, wie Sie durch Vergleichen der in Fig. 72, 75, 76, 77 abgebildeten Schnitte constatiren wollen. Verschwunden ist in Schnitten durch den Anfangstheil der Brücke die Substantia nigra. So ist denn die Schleifenschicht nicht mehr, wie weiter oben, durch sie vom Fuss getrennt, liegt ihm vielmehr direct auf.

Es ist nicht schwer, wenn man sich einmal an einem guten Schnitt durch die Vierhügelgegend die Bedeutung der einzelnen Querschnittsfelder klar gemacht hat, dieselben auch auf Schnitten durch den oberen Theil der Brücke aufzufinden und richtig zu deuten. Die Veränderungen betreffen ja im Wesentlichen nur die Lage des Bindearmes und die Gestaltung der grauen Substanz unter dem sich erweiternden Aquaeductus, wo neue Nervenkerne auftreten.

Wenn man aber weiter hinab Querschnitte anlegt, ändert sich das Bild doch wesentlich. Das geschieht dadurch, dass aus dem Dach des Ventrikels caudal vom Velum medullare anticum das Cerebellum wird und dass Fasern aus der Haube und aus dem Fusse in enge Beziehung zu diesem treten.

Bindearm und Brückenfasern verschwinden in dem Kleinhirn. Von unten, von der Medulla oblongata und vom Rückenmark her kommen Fasern, welche die Haube durchflechten und sich ebenfalls zum Cerebellum wenden.

Es ist deshalb zweckmässiger, wenn wir an dieser Stelle, also dicht hinter den Vierhügeln, die Verfolgung der Haubenbahn für einige Zeit aufgeben, wenn wir uns zunächst zum Studium der Theile des Centralnervensystems wenden, deren Ausläufer hier in Betracht kommen. Das Bild des Haubenquerschnittes wird Ihnen zweifellos später viel leichter verständlich, wenn Sie die Faseranordnung im Cerebellum etwas übersehen, wenn Sie das Rückenmark und die Medulla oblongata in ihrem Aufbau kennen gelernt haben.

Das Kleinhirn, Cerebellum, besteht aus dem Mittelstück oder Wurm (Vermis) und den beiden Hemisphären. Mit dem Zwischenhirn hängt es vorn durch die Bindearme aus dem rothen Kern, vordere Kleinhirnschenkel, mit dem Vorderhirn ventral durch die Brückenarme, mittlere Kleinhirnschenkel, zusammen. Durch die ersteren bekommt es wesentlich Fasern aus dem Thalamus und dem Gebiet der Haubenstrahlung, durch die letzteren Züge aus der Rinde des Frontallappens, des Parietal- und des Temporallappens. Eine dritte Verbindung geht das Cerebellum durch die hinteren Kleinhirnschenkel, die Corpora restiformia, welche wir erst später betrachten können, mit der Medulla oblongata und dem Rückenmark ein.

Auf der folgenden Abbildung, welche das Kleinhirn von oben gesehen zeigt, wollen Sie beachten:

1. Die Lage zu den Vierhügeln, unter denen die Bindearme zum Kleinhirn hervorkommen.
2. Die allgemeine Gestaltung, wobei in der Mitte der Wurm, beiderseits die Hemisphären zu merken sind. Wurm und Hemisphären zerfallen in einzelne grössere Lappen. Die des Wurmes sind wie die Radspeichen eines Dampfschiffes um den Markkern des Wurmes gestellt. (Auf dem gerade durch den Wurm fallenden Schnitt Fig. 81 wird das klar.)

Der Wurm hängt rechts und links mit dem **Marklager der Kleinhirnhemisphären** zusammen, das an seiner Oberfläche durch tiefere Furchen in Lappen und durch flachere in Leisten getheilt ist.

Der dorsale Theil des **Wurmes** heisst **Oberwurm**. Er zerfällt in:

1. **Lingula** (**Züngelchen**), ganz vorn zwischen den Bindearmen.
2. **Lobulus centralis** (**Centrallappen**), geht beiderseits in **Alae lob. centr.** über.
3. **Monticulus** (**Berg**), an dem man den vorderen Theil als **Culmen**, den hinteren als **Declive** unterscheidet.
4. **Folium cacuminis** (**Wipfelblatt**) am hinteren Ende des Oberwurmes.

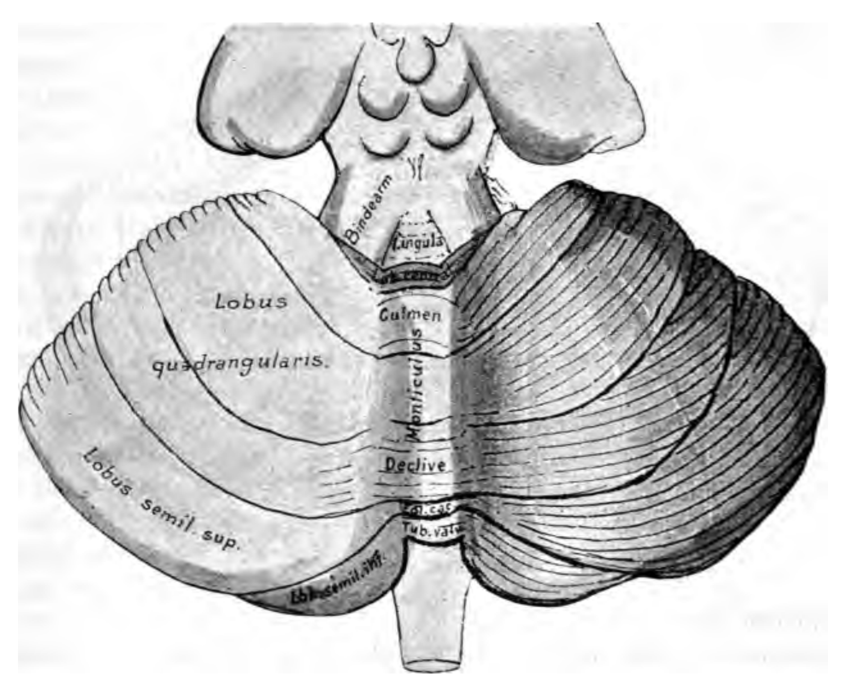


Fig. 78.
Das Cerebellum. Dorsale Seite.

Der dorsale Theil der **Hemisphären** lässt unterscheiden:

1. **Vorderer Oberlappen**, auch **Lobus quadrangularis** genannt, beiderseits vom Monticulus. Vor ihm liegen die **Alae lob. centr.**
2. **Hinterer Oberlappen**, **Lobus semilunaris superior**. Die beiden hinteren Oberlappen hängen durch das **Folium cacuminis** unter sich zusammen.

Die Lappenbildung an der Unterfläche des Kleinhirnes zeigt die folgende Zeichnung.

Sie bietet ein etwas complicirtes Bild. Um nämlich das betreffende Präparat herzustellen, muss das Kleinhirn erst von seinen Verbindungen

mit dem Mittelhirn, den Bindearmen, dann von der Brücke und von dem Corpus restiforme, der Gesammtheit der zum Rückenmark und verlängerten Mark gehenden Faserzüge, gelöst werden. So entstehen jederseits die 3 Querschnittsbilder der Kleinhirnschenkel. Zwischen den Bindearmen liegt eine dünne Membran, das Velum medullare anticum, auch ein Theil des Hinterhirndaches. Es ist durchtrennt auf dem Querschnitt sichtbar.

Die Lappen an der Unterseite des Wurmes (Unterwurm) heissen:

1. Nodulus (Knötchen).
2. Uvula (Zäpfchen).
3. Pyramis (Pyramide).
4. Tuber valvulae (Klappenwulst) ganz hinten, zum Theil noch auf der Dorsalseite gelegen.

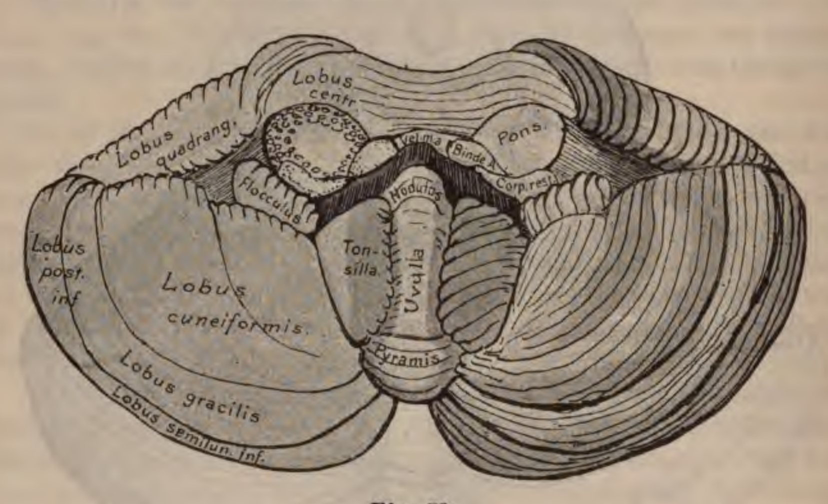


Fig. 79.
Das Cerebellum, ventrale Seite.

In den Hemisphären liegt:

1. Beiderseits vom Nodulus, die Flocke, Flocculus.
2. An der Uvula, die Tonsilla, Mandel,
3. Aussen von ihr der Lobus cuneiformis, Keillappen.
4. Hinter ihm der hintere Unterlappen, Lobus posterior inferior, an dem man die vordere Hälfte als Lobus gracilis, die hintere als Lobus semilunaris inf. bezeichnet.

Auf der folgenden Zeichnung sehen Sie die drei jederseits zum Kleinhirn ziehenden oben genannten Markfortsätze. Dieselben treten ein in den Markkern der Hemisphären, welcher sich in das Mark der einzelnen Lappen und von da wieder in das der Läppchen und Markleisten fortsetzt. Diese Markleisten sind von grauer Rinde überzogen, welche sich überall über sie hin faltet und so eine unverhältnissmässig grössere Ausdehnung gewinnt, als die äussere Form und Grösse des Kleinhirns erwarten liessen.

In den Hemisphären ist der Markkern ziemlich mächtig. Im Wurm ist er nur klein. Der beistehende mediane Sagittalschnitt durch das Kleinhirn geht gerade durch den Wurm. Er zeigt, wie sich dessen Mark vorn in eine dünne nach den Vierhügeln zu ziehende Membran, das Velum medullare anticum fortsetzt. Diese dünne zwischen den Bindearmen ausgespannte Membran bildet das Uebergangsstück vom Dach des Mittelhirnes zum Dach des Hinterhirnes. Auf ihr liegt das vorderste Läppchen des Oberwurmes, die Lingula.

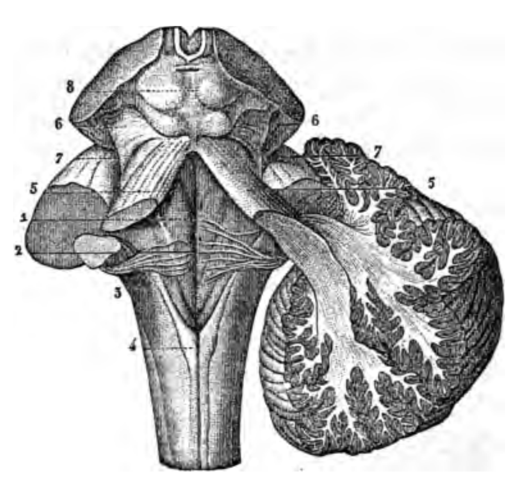


Fig. 80.
Die aus dem Mittelhirn, der Brücke und dem Rückenmark zum Kleinhirn tretenden drei Arme, nach Hirschfeld und Leveillé (Sappey). Man sieht unter den Vierhügeln 8 die oberen Schenkel oder Bindearme 5 hervortreten, von der ventralen Seite kommen die mittleren Schenkel oder Brückenarme 7 und von Rückenmark her steigt der Strickkörper 3 als unterer Schenkel empor. Er kreuzt sich bei seinem Eintritt mit dem Bindearm. Zu bemerken sind noch auf dem Bilde die Rautengrube 1, die Striae acusticae 2, und die Clavae der Funiculi graciles 4. Bei 6 ist die Schleife zu suchen.

Das eigenthümliche Längsschnittbild des Wurmes führt seit Alters den Namen Arbor vitae. Das centrale Stück, das Marklager des Wurmes, heisst Corpus trapezoides. Lingula, Lobulus centralis, Uvula und Nodulus münden getrennt in es ein. Eine Anzahl der Lappen des Monticulus vereinen sich vor der Einmündung zum verticalen Ast des Arbor vitae; der hintere Theil des Monticulus, das Folium cacuminis und der Tuber valvulae, also die Lappen, welche um die hintere Kante des Kleinhirnes herum liegen, treten zum horizontalen Ast des Arbor vitae zusammen.

Fig. 81.
Sagittalschnitt durch die Mitte des Wurmes.

Hinten zieht vom Kleinhirn das Velum medullare posticum als Dach über die Rautengrube bis zum Ende der Hinterstränge des Rückenmarkes. Dieses Dach besteht nur in seinen lateralen Theilen aus dichterem (wesentlich Glia-)Gewebe, in der Medianlinie ist es nur durch eine Schicht cubischen Epithels repräsentirt. Aus der Pia treten an diese zahlreiche Gefässschlingen heran und stülpen sie zum Theil in den Ventrikel hinein (Plexus choroideus — ventriculi quarti —

medialis). Die lateralsten Theile bilden aber neben der Oblongata noch jederseits eine sackartige Ausbauchung, deren mediale Wand ebenfalls durch Gefässschlingen zum Plexus choroideus wird (vergl. Fig. 120), Plexus choroideus lateralis. Sowohl in dem mittleren Plexus als an der Ursprungsstelle des seitlichen findet man durchlöcherte Stellen (Key und Retzius). Die mittelste dieser offenen Stellen im Medullarrohr heisst Foramen Magendii. Sie ist für die rasche Ausgleichung von Druckschwankungen der Cerebrospinalflüssigkeit von grosser Wichtigkeit.

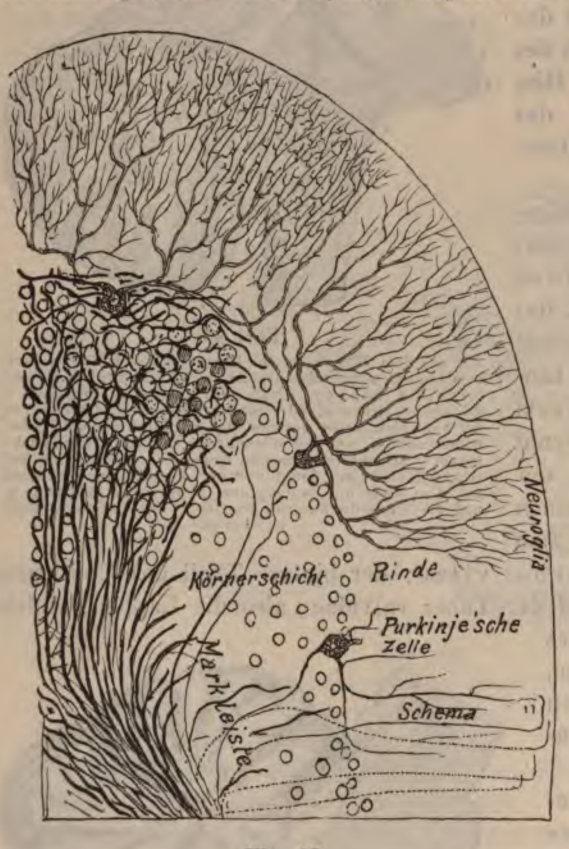


Fig. 82.
Schnitt durch die Rindenschicht des Cerebellum. Färbung mit Haematoxylinkupferlack. Unten rechts schematisirt.

In die eben geschilderte Masse des Kleinhirnes münden nun die drei wiederholt genannten Arme jederseits ein. Sie treten in den mächtigen Markkern und gehen da Verbindungen mit grauen Kernen ein, ausserdem senden sie Züge zur Kleinhirnrinde.

Ueber den Zusammenhang und Verlauf dieser Faserzüge im Kleinhirn ist nur wenig bekannt.

Wir wissen, dass aus dem Marke Fasern durch eine Körnerschicht hindurch, welche Nerven- und Gliazellen besitzt, zu grossen eigenthümlich verzweigten Zellen, den Purkinjeschen Ganglienzellen treten, dass deren Ausläufer sich wiederholt theilen und bis dicht an die Oberfläche des Kleinhirnes gelangen. Wahrscheinlich stehen sie mit anderen dort schräg und horizontal laufenden Fäserchen in Zusammenhang, welche bald sich wieder abwärts wenden und sich mannigfach mit benachbarten Fasern verbindend wieder durch die Körnerschicht in das Mark zurücktreten. Den Gesammtverlauf dürften Sie sich vielleicht vorstellen, wie ihn die dunkleren Linien unten in der vorstehenden Figur zeigen.

Es kommen viel mehr Fasern aus der Rinde heraus, als an ihre grossen Zellen herantreten, ein Umstand, der durch die Verzweigung der Zellausläufer erklärt wird.

Alle Rindenpartien sind durch **guirlandenförmige** ihrer Contour folgende **Faserzüge** unter einander verknüpft.

Ausser in der Rinde bietet das Kleinhirn noch an anderen Stellen Anhäufungen grauer Substanz. Im Markkern der Hemisphäre liegt jederseits ein grosser vielfach gefältelter Kern, das **Corpus ciliare** oder **dentatum**. Nach innen von ihm werden weitere graue Massen angetroffen;



Fig. 83.

Horizontalschnitt durch das Kleinhirn. Der Schnitt durchtrennt vorn die Gegend unter den Vierhügeln *T*, dann die Bindearme *R* und zwischen diesen die Lingula *A*. Vor dieser liegen im Wurme die Dachkerne *m*, der Kugelkern *Ng*, der Pfropf *Emb* und in den Hemisphären beiderseits das Corpus dentatum cerebelli *Cdc*. Die Linie bei *Com* weist auf die vordere Kreuzungscommissur hin. Bei *Sem* die Fibrae semicirculares. Nach B. Stilling.

zunächst ein längliches Ganglion, der **Pfropf, Embolus**, dann der **Kugelkern, Nucleus globosus**, ein längliches Gebilde mit kugliger Anschwellung am hinteren Ende, schliesslich am weitesten nach innen im Wurm der **Dachkern, Nucleus tegmenti**. Am besten bringt man sich diese Kerne auf einem fast horizontal durch das Cerebellum geführten Schnitt zu Gesicht, wie ihn Fig. 83 nach einer Abbildung aus B. **Stilling**'s Atlas zeigt.

An einem solchen Schnitt erblicken Sie in der Mitte den Markkern des Wurmes mit den Dachkernen, vor demselben eine Faserkreuzung, die vordere Kreuzungscommissur. Rechts und links schliessen sich die Marklager der Hemisphären an, in denen die Kugelkerne, der Pfropf und am weitesten aussen das gefältelte Markblatt des Nucleus dentatus sichtbar werden. Die tiefen Einschnitte in die Oberfläche entsprechen den Furchen zwischen den Lappen. Zwischen den Bindearmen (*RR*) liegt, wie ich vorhin erwähnte, auf dem Velum medullare anticum die Lingula; sie ist (*A*) ebenfalls in der Horizontalebene durchschnitten.

Alle die Kerne in den Marklagern, welche Sie eben sehen, sind durch Züge grauer Substanz unter einander in Verbindung. Ihre Beziehungen zur Faserung des Markes sind noch fast ganz unbekannt.

Wenn man dicht hinter der Stelle, wo die Bindearme in das Kleinhirn eintreten, einen Schnitt in frontaler Richtung anlegt, so wird dorsal das Cerebellum, ventral der Pons und die von ihm ausgehende Faserung



Fig. 84.

Schnitt nahe vor dem Culmen des Berges in frontaler Richtung durch das Cerebellum fallend, nach B. Stilling. *U'* Ventriculus quartus, *R* Bindearm, *P* Pons. *Zon* Kreuzungszonen, nach innen von ihnen liegen die Vliessfasern. *Cr* Züge aus dem Corpus restiforme, gehen in die halbzirkelförmigen Fasern *Sem* über. *S* Gegend des Austrittes der Trigeminuswurzeln.

getroffen, die sich beiderseits in den Hemisphären verliert. Zwischen Kleinhirn und Haube liegt, beiderseits von den durchschnittenen Bindearmen begrenzt, der Ventriculus quartus, die erweiterte Fortsetzung des Aquaeductus Sylvii. Der Markkern des Wurmes fällt an dieser Stelle nicht in die Schnittlinie. Haube und Fuss, letzterer durch die Ponsfasern zerklüftet, liegen noch ganz so angeordnet, wie wir sie zuletzt an einem Schnitt durch die Vierhügelgegend gesehen haben.

Eine Anzahl der auf vorstehender Zeichnung notirten Faserzüge haben bislang noch keine Erwähnung gefunden, da wir noch nicht Gelegenheit hatten, die eigentliche Faserung des Kleinhirns näher zu betrachten.

Wir haben erfahren, dass aus drei Armen jederseits Züge in das Cerebellum treten. Ihr Verlauf darin ist, trotzdem einer der Besten der Erforscher des Centralnervensystems, Benedikt Stilling, lange Jahre der Arbeit auf dessen Studium verwandte, nur noch sehr ungenügend bekannt.

Das folgende Schema will im Wesentlichen die Ansichten Stilling's über die wichtigsten Faserzüge möglichst einfach wiedergeben.[1]) Es entspricht etwa einem Frontalschnitt weiter vorn als der in Figur 84 abgebildete. Nur der Eintritt der Bindearme ist, um nicht allzusehr die Klarheit zu verwischen, an eine andere als die richtige Stelle gezeichnet, wie Sie durch Vergleich mit Fig. 84 sofort sehen. Die Bindearme sollten ja eigentlich dicht über dem Ventrikel liegen.

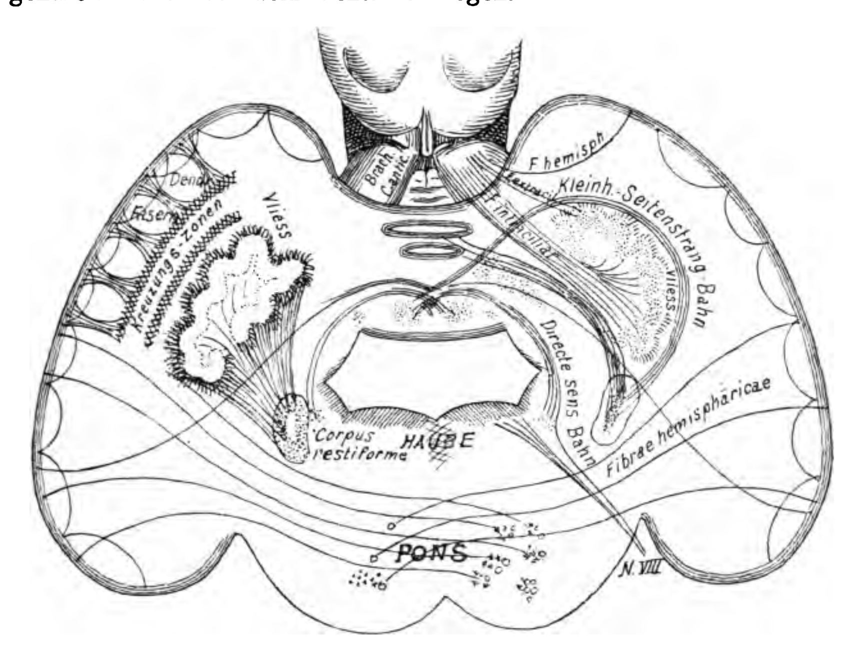


Fig. 85.
Schema des Faserverlaufes im Kleinhirn zur Erklärung des Ursprungs der Kleinhirnschenkel. Zu beachten die Zusammensetzung derselben aus intraciliaren, extraciliaren und hemisphärischen Fasern, besonders deutlich oben rechts am Bindearm.

Nun sehen Sie zunächst die einzelnen Theile der Kleinhirnrinde durch bogenförmige Fasern, Fibrae arciformes, unter einander verbunden. Aus der Rinde heraus treten überall Fasern, die rasch, gleich den Aesten eines Baumes auseinanderfahrend, in den Markkern dringen. Sie heissen Dendritische Züge. Ehe Sie aber das Corpus dentatum oder ciliare erreichen, verlieren sie sich wiederholt in dichtem Gewirr feiner Fasern, einem Gewirr, in dem man mehrere Zonen von deutlichen Kreuzungen, Kreuzungszonen, unterscheiden kann. Aussen um das Corpus ciliare liegen die nach ihm zu strebenden Fasern dicht, vielfach radiär um dessen

1) Die Faserung des Corpus restiforme nach eigenen Untersuchungen wesentlich modificirt.

graue Masse gestellt, in die sie eindringen und welche sie zum Theil auch durchsetzen. Die ganze Masse dieser Fasern wird ihres Aussehens wegen mit dem Wollhaar eines Schafes verglichen und Vliess genannt.

Die Bindearme treten in das Corpus ciliare und lösen sich nahe dessen grauer Substanz in ein Fasergewirr auf. Dieses (intraciliare Fasern) steht direct, oder mit Einschaltung von Ganglienzellen, in Zusammenhang mit dem aussen um das Corpus ciliare liegenden Gewirr (der extraciliaren Fasern), dem Vliess. Aus ihm gehen ebenfalls Fasern in den Bindearm, desgleichen erhält er welche aus der Rinde der Hemisphären. So setzt sich also der vordere Kleinhirnschenkel zusammen aus 1. intraciliaren Fasern (Hauptmasse der Faserung), 2. extraciliaren Fasern, 3. Hemisphärenfasern. Letztere beiden Faserarten sind ihm nur in geringerer Quantität beigemengt.

Die Corpora restiformia entspringen zum guten Theil aus dem Vliess, führen also wesentlich extraciliare Fasern. Diejenigen Fasern aber, welche, zumeist aus dem Rückenmark stammend, in ihren centralsten Theilen dahinziehen und schon im 7. Fötalmonat markhaltig werden, gehen theils direct zur dorsalen Rinde des Wurmes, theils umgreifen sie das Corpus dentatum von aussen her und wenden sich dann über es wegziehend zur ventralen Seite des Wurmes, wo sie sich zwischen den Kugelkernen verlieren. Etwas später als diese Fasern, aber doch vor der Hauptmasse des Corpus restiforme, wird ein Zug markhaltig, der aus der Gegend der Kugelkerne entspringt und medial vom hinteren Kleinhirnschenkel an der Aussenwand des vierten Ventrikels herabzieht. Seine vordersten Fasern verlassen mit dem Nervus trigeminus das Gehirn, andere ziehen mit dem Acusticus heraus und wieder andere wenden sich caudalwärts. Der letzteren werden dann in der Oblongata immer weniger, wahrscheinlich weil einige in die Glossopharyngeus- und Vaguswurzel eintreten. Doch kann man das betreffende Querschnittfeld bis dahin verfolgen, wo die Hinterstränge des Rückenmarkes enden. Der ganze Zug wird als directe sensorische Kleinhirnbahn bezeichnet. Ich werde später noch Gelegenheit haben, Ihnen denselben in einigen Abbildungen zu zeigen, heute lege ich Ihnen einen Schnitt durch die Brücke einer Frucht aus dem 7. Schwangerschaftsmonate vor, an dem sie den Theil der Bahn erkennen, welcher in den Trigeminus gelangt, Fig. 86.

Schliesslich wäre noch zu erwähnen, dass auch Fasern direct aus den Hemisphären in das Corpus restiforme gelangen sollen.

Die Brückenarme können direct weit in die entsprechende Hemisphäre hinein verfolgt werden (Hemisphärenfasern). Nahe der Rinde gehen sie im Fasergewirr verloren. Doch erhalten auch sie noch Fasern aus dem Vliess, also extraciliare Fasern.

Recapituliren wir das eben Gesagte nochmals, so finden wir den vorderen Kleinhirnschenkel wesentlich aus intraciliaren Fasern, den mittleren wesentlich aus Hemisphärenfasern, den unteren aus extraciliaren Fasern und solchen vom Dache des Wurmes aufgebaut. Doch erhält jeder

Schenkel auch Zuzüge aus dem Ursprungsgebiete der beiden anderen Schenkel.

Der Bindearm und das Corpus restiforme bekommen auch noch einen Zuwachs aus dem Mark des Wurmes.

Es liegt im Mark der vorderen Partien des Wurmes eine Stelle, die vordere Kreuzungscommissur, an der sich zahlreiche Fasern

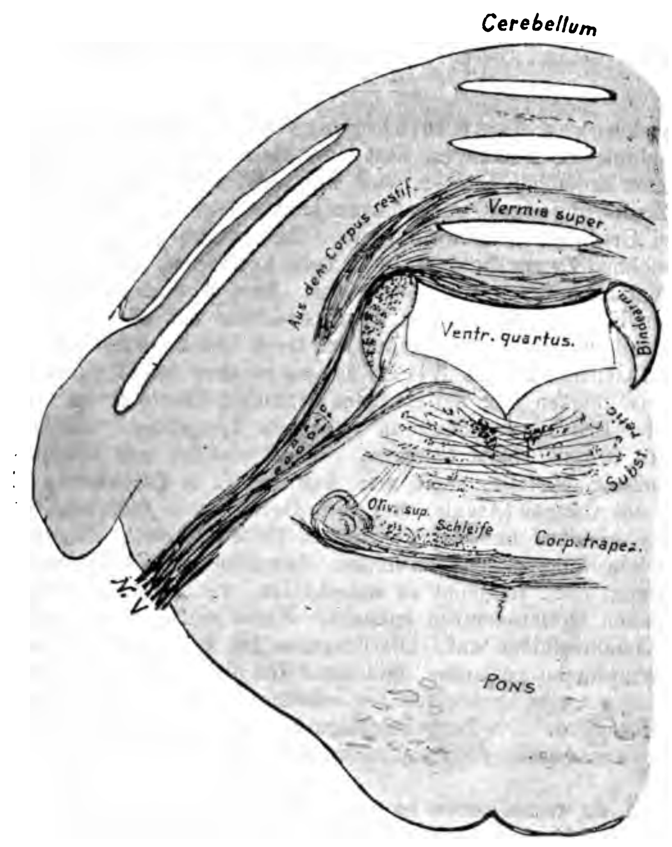


Fig. 86.
Frontalschnitt durch Cerebellum und Pons einer Frucht von 26 Wochen. Alle markhaltigen Fasern durch Hämatoxylin gefärbt.

kreuzen. Sie kommen aus den vorderen Läppchen, kreuzen sich vor den Dachkernen und treten in die entgegengesetzte Kleinhirnhälfte. Von da können sie in den Bindearm und das Corpus restiforme verfolgt werden. Ganz ebenso verhalten sich die Fasern aus den hinteren Läppchen, welche hinten im Markkern des Wurmes eine hintere Kreuzungscommissur bilden.

Mitten in dem Markkern zwischen diesen beiden Commissuren liegt der Nucleus fastigii (Dachkern) um- und überzogen von Fasern, welche aus dem horizontalen Ast des Arbor vitae stammend beide Kreuzungs-

commissuren unter einander verbinden, zum Theil auch mit den Fasern der vorderen Commissur zu den Kleinhirnhemisphären ziehen. Die Dachkerne gehen mit allen diesen Fasern Verbindungen ein.

Das Aeussere des Kleinhirnes ist durch Malacarne, Reil und Burdach so geschildert worden, wie wir es heute kennen. Die Erforschung des inneren Baues geschah durch F. Arnold, Reil, Kölliker, Meynert, namentlich aber durch B. Stilling. Neuere Untersuchungen über die Zusammensetzung der Arme stammen von Bechterew, Marchi und dem Verfasser. Ueber die Kleinhirnrinde existirt eine ganze Literatur, zu der namentlich Purkinje, Gerlach, Hess, Kölliker, F. E. Schultze, Obersteiner, Bevor, Golgi wichtige Beiträge lieferten.

Erkrankungen der Kleinhirnschenkel werden isolirt nur äusserst selten beobachtet. So kommt es, dass über die Symptome, welche zu erwarten sind, wenn einer derselben befallen wird, nur recht wenig bekannt ist. Langsam eintretende Zerstörung eines Brückenarmes kann, wie es scheint, ganz symptomlos bleiben. Bei Erkrankungen, welche einen Reiz ausüben, bei Blutungen z. B., kommen manchmal Zwangsbewegungen, meist Rollungen, bald nach der gesunden, bald auch nach der kranken Seite vor. Auch Zwangshaltung des Rumpfes oder nur des Kopfes, desgleichen Zwangsstellung mit oder ohne Nystagmus sind bei reizend wirkenden Erkrankungen eines Brückenschenkels beobachtet.

Erkrankunngen des Kleinhirnes machen leicht durch Mitbetheiligung der benachbarten eng bei einander liegenden Fasercomplexe in den Hirnschenkeln, der Brücke und Medulla oblongata Symptome, welche nicht auf Rechnung des Organs selbst kommen. Wenn wirklich nur Kleinhirnsubstanz durch Erkrankung ausfällt, sieht man Schwindel, Kopfschmerz, Erbrechen, Unsicherheit des Ganges (Ataxie) und vage Gefühle von Schwäche in den Extremitäten der gleichen und der gekreuzten Seite auftreten. Eigentliche Lähmungen oder Sensibilitätsstörungen fehlen. Zuweilen erleidet das Sehen schwere Beeinträchtigung, doch ist nicht zu entscheiden, wie weit das durch Mitbetheiligung der nahen Opticuscentren entsteht. Nicht selten treten Störungen der Psyche bei Kleinhirnleiden auf. Die Diagnose ist, da manche Kleinhirnkrankheiten ganz symptomlos verlaufen, und unter den oben genannten Erscheinungen keine ist, die nur vom Cerebellum her entstehen kann, meist sehr schwer, fast immer eine unsichere. Die Berücksichtigung von Symptomen, welche von den Nachbarorganen ausgehen (Oculomotoriuslähmung z. B.), ist meist von grosser Wichtigkeit.

Es scheint als veranlassten hauptsächlich die Erkrankungen, welche den Wurm treffen, die Ataxie und den Schwindel.

Von den vielen als charakteristisch für Kleinhirnleiden oft betrachteten Symptomen treten die meisten nur auf, wenn auch die Bindearme oder die Brückenarme, wenn der Boden der Rautengrube oder die Vierhügelgegend direct oder indirect betheiligt sind.

Neunte Vorlesung.

Die Wurzeln der peripheren Nerven, die Spinalganglien und das Rückenmark.

M. H.! Die peripheren Nerven führen bekanntlich motorische und sensible Fasern gemischt in ihrem Stamme. Nahe am Rückenmarke trennen sich diese aber von einander. Das Stämmchen, welches die motorischen Fasern enthält, geht direct als vordere Wurzel in das Rückenmark hinein.

Die sensibeln Fasern senken sich in das Spinalganglion.

In den Spinalganglien liegen grosse Zellen, die zuweilen zwei, meistens aber nur einen Ausläufer haben. Ist nur einer da, so theilt er sich aber (Ranvier) bald nach seinem Abgange von der Zelle in zwei, so dass also auch hier schliesslich zwei Zellfortsätze vorhanden sind.

Diese beiden Fortsetzungen aus den Spinalganglienzellen haben Sie schon in der zweiten Vorlesung kennen gelernt. Sie erinnern sich wohl noch aus dieser, dass nach den Beobachtungen von His die sensibeln Nerven aus den Zellen als peripheriewärts gerichtete Fortsätze auswachsen, dass aber dieselben Zellen auch zum Rückenmark eine Faser senden, die hintere Wurzel.

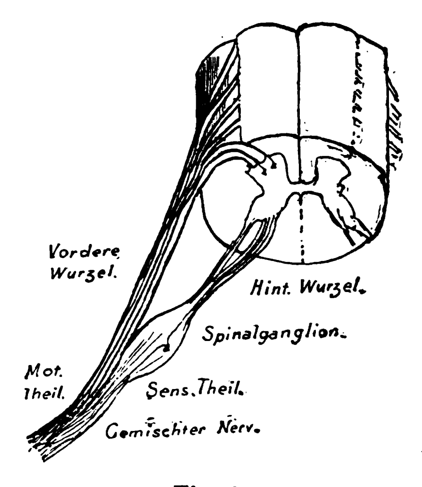


Fig. 87.
Schema der Beziehungen zwischen Rückenmark und Nervenwurzeln.

Da, wie Zählungen beim Erwachsenen zeigen, die hintere Wurzel annähernd so viele Fasern zum Marke führt als durch den Nerven in das Ganglion eingetreten sind, so möchte es scheinen, als sei einfach in den Verlauf jeder Faser eine Zelle eingeschaltet.

Es ist aber eine wichtige Frage, ob wirklich alle sensibeln Nerven aus Zellen des Spinalganglions stammen. Auf dem Wege des Experimentes, der zuerst von Waller, später noch oft, zuletzt von Joseph beschritten wurde, ist es gelungen, sie völlig befriedigend zu lösen.

Jede Nervenfaser, welche von ihrer Ursprungszelle getrennt wird, entartet. Schneidet man nun einen sensibeln Nerven dicht vor dem Spinalganglion ab, so gehen alle seine Fasern zu Grunde, das Ganglion selbst und die aus ihm entspringende Wurzel bleiben normal. Das beweist, dass der Schnitt alle Fasern von ihren Zellen getrennt hat. Schneidet man dicht hinter dem Ganglion die sensible Wurzel durch, so entarten

sensiblen Nerven nur einige wenige Fäserchen, die Mehrzahl bleibt erhalten. Sie muss aus Fasern bestehen, welche den Spinalganglienzellen entstammen, denn mit diesen ist sie ja in Verbindung geblieben. Die untergegangenen Fasern müssen aus dem Rückenmarke selbst stammen, denn nur von diesem, nicht von dem Ganglion sind sie ja getrennt. In der That liefert nun die Untersuchung der Wurzel nach diesem Versuche den Beweis dafür. Diese ist von ihrem Ganglion getrennt und man findet nun, dass in ihr nur ganz wenige Fasern erhalten sind, die Mehrzahl aber zu Grunde gegangen ist. Die erhaltenen Fasern müssen im Rückenmarke ihren Ursprung haben, denn nur mit diesem hängen sie noch zusammen, die untergegangenen müssen aus dem Spinalganglion kommen, denn nur von diesem waren sie getrennt.

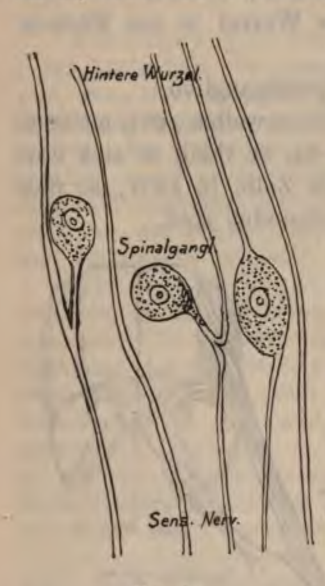


Fig. 88.
Schema der Faserung in einem Spinalganglion.

Die Versuche zeigen, dass aus dem Ganglion nach zwei Richtungen Zellfortsätze gehen und dass andere, welche aus dem Rückenmarke stammen, es nur durchziehen. Demnach dürfte man sich die Beziehungen der sensiblen Wurzel zum Spinalganglion in der Weise denken, wie das Fig. 88 abgebildete Schema sie darstellt.

Zwischen Spinalganglion und Rückenmark entfaltet sich sowohl die sensible als die motorische Wurzel in eine Menge kleiner Faserstämmchen, „Wurzelfasern", die auf eine lange Strecke in das Rückenmark eintreten, die sensiblen Fasern auf der Rückseite, die motorischen auf der Vorderseite in einen etwas seitlich liegenden Längsspalt. Die Zahl dieser Bündelchen ist nicht gleich für alle Wurzeln und ist auch bei verschiedenen Individuen öfters eine verschiedene.

Nach neueren Untersuchungen darf man für die Extremitätennerven nicht mehr annehmen, dass jede Wurzel zu einem bestimmten peripheren Nerv in Beziehung steht. Es ist nachgewiesen, dass in jeden Extremitätennerv eine ganze Reihe aus verschiedenen Wurzeln stammender Nervenfasern gelangen, und es ist sehr wahrscheinlich geworden, dass zwei gewöhnlich coordinirt arbeitende Muskeln von der gleichen Wurzel innervirt werden, auch wenn sie verschiedene Nerven bekommen. Der dies ermöglichende Faseraustausch geschieht zum Theil in den Plexus (cervicalis, lumbalis etc.), zum Theil erst im Stamme der grösseren Nerven, der auch als eine Art Plexus aufzufassen ist.

Nur wenige Fälle von Erkrankung der Spinalganglien sind bekannt. Ausser lebhaften Schmerzen wurde wiederholt als Symptom ein Herpes zoster intercostalis längs dem betreffenden Nerven nachgewiesen. Es ist fraglich, ob er auf Rechnung des gangliösen Apparates oder der Nervenfasern zu setzen ist, da man auch Zoster ohne nachweisbare Erkrankung des Ganglion kennt, na-

mentlich aber weil Zoster im Gefolge von Entzündung der peripheren Nerven beschrieben wurde.

Die Wurzeln treten also längs des Rückenmarkes in dieses ein.

Da wo starke Wurzeln aus den Extremitäten kommend herantreten, schwillt das Mark etwas an. Die **Intumescentia cervicalis** nimmt die Armnerven, die **Intumescentia lumbalis** die Beinnerven auf. Die schmalste Stelle des Rückenmarkes giebt den Intercostalnerven Ursprung. Das unterste kegelförmig endende Stück des Markes heisst **Conus terminalis**; aus ihm entspringt ausser den Nerven ein langer dünner Fortsatz, das **Filum terminale**.

Die obere Begrenzung wird durch den Anfang der **Pyramidenkreuzung** s. u.) gegeben.

Am Krankenbette tritt zuweilen die diagnostisch wichtige Frage an Sie heran, in welcher Höhe die Wurzeln entspringen, denen bestimmte gelähmte Muskeln oder anästhetische Hautpartien ihre Innervation verdanken. Man hat sich bemüht, diese Frage, der die reine Anatomie nie näher treten konnte, durch das Thierexperiment zu lösen. Für den Menschen ist wiederholt versucht worden, die Fälle, in denen localisirte

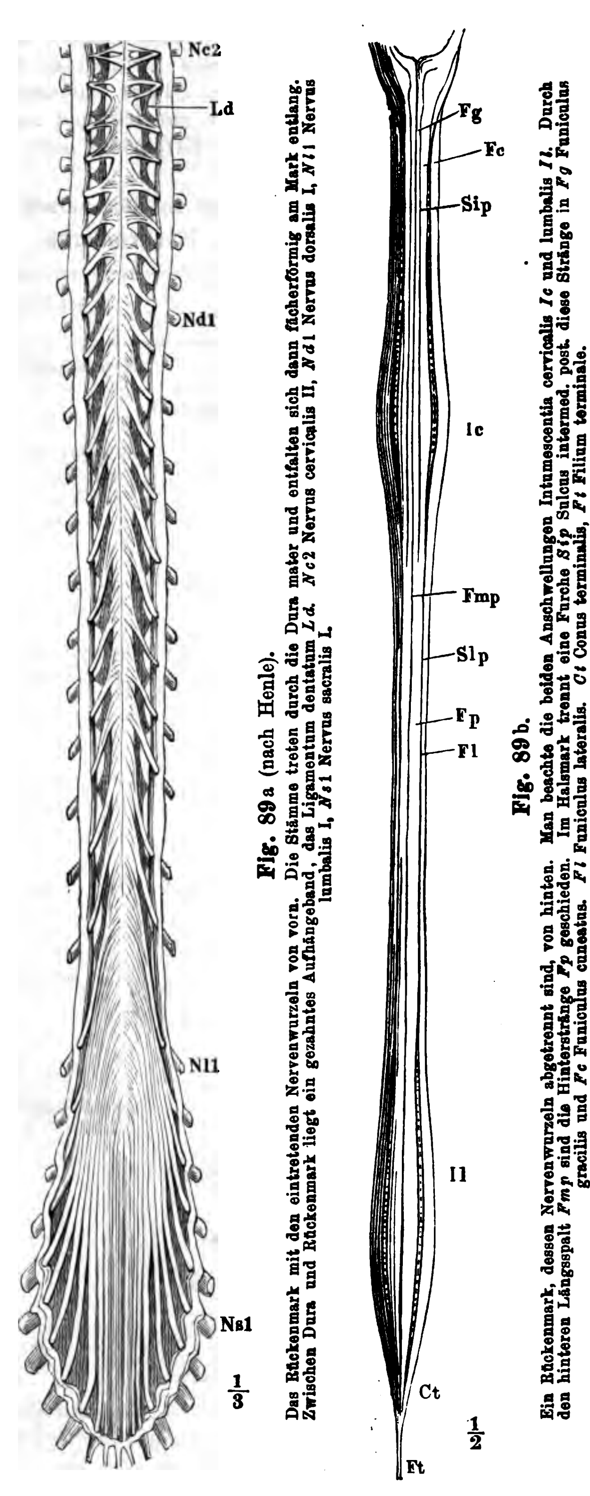


Fig. 89a (nach Henle).
Das Rückenmark mit den eintretenden Nervenwurzeln von vorn. Die Stämme treten durch die Dura mater und entfalten sich dann fächerförmig am Mark entlang. Zwischen Dura und Rückenmark liegt ein gezahntes Aufhängeband, das Ligamentum dentatum *Ld*. *Nc*2 Nervus cervicalis II, *Nd*1 Nervus dorsalis I, *Nl*1 Nervus lumbalis I, *Ns*1 Nervus sacralis I.

Fig. 89b.
Ein Rückenmark, dessen Nervenwurzeln abgetrennt sind, von hinten. Man beachte die beiden Anschwellungen Intumescentia cervicalis *Ic* und lumbalis *Il*. Durch den hinteren Längsspalt *Fmp* sind die Hinterstränge *Fp* geschieden. Im Halsmark trennt eine Furche *Sip* Sulcus intermed. post. diese Stränge in *Fg* Funiculus gracilis und *Fc* Funiculus cuneatus. *Fl* Funiculus lateralis. *Ct* Conus terminalis, *Ft* Filium terminale.

Erkrankungen des Rückenmarkes (Quetschungen, Blutungen etc.) zu bestimmten Störungen geführt hatten, in dieser Hinsicht zu verwerthen. Ich lege Ihnen heute die Resultate vor, zu denen Starr auf diesem Wege gekommen, als er alle ihm 1888 zugänglichen Fälle vergleichend zusammenstellte. Wahrscheinlich ist da und dort bei weiterer Erfahrung noch Berichtigung nöthig.

Localisation der Function in den verschiedenen Segmenten des Rückenmarks.

Segmente	Muskeln	Reflexe	Gefühlsinnervation der Haut
2.—3. Cervicalis	Sterno-mastoideus Trapezius Scaleni und Nackenmuskeln Diaphragma	Hypochondrium (?)	Nacken und Hinterkopf
4. Cervicalis	Diaphragma Supra- und Infraspinatus Deltoides Biceps u. Coraco-Brachialis Supinator longus Rhomboidei	Erweiterung der Pupille auf Reizung des Nackens. 4. bis 7. Cervix	Nacken Obere Schultergegend Aussenseite des Armes
5. Cervicalis	Tiefe Muskeln des Schulterblatts Deltoides Biceps u. Coraco-Brachialis Supinator longus et brevis Pectoralis, pars clavicul. Serratus magnus Rhomboidei Teres minor	Scapular-Refl. 5. Cerv. — 1. Dors. Sehnenreflexe der entspr. Muskeln Ellbogensehne 5.—6. Cervix	Rückseite der Schulter und des Armes Aeussere Seite des Ober- und Vorderarmes
6. Cervicalis	Biceps Brachialis anticus Pectorales Serratus magnus Triceps Extensoren der Hand und der Finger Pronatoren	Reflexe von den Sehnen der Extensoren Handgelenksehnen 6.—8. Cerv. Schlag auf die Vola erzeugt Schliessen der Finger	Aeussere Seite des Ober- und Vorderarmes Rücken der Hand, Radialisgebiet
7. Cervicalis	Caput longum Tricipitis Extensoren der Hand und der Finger Flexoren der Hand und der Finger Pronatoren der Hand Pectoralis, pars costalis Subscapularis Latissimus dorsi Teres maior	Palmar-Reflex. 7. Cerv.— 1. Dors.	Medianusgebiet der Hand Radialisgebiet der Hand
8. Cervicalis	Flexoren der Hand und der Finger Kleine Handmuskeln		Ulnarisgebiet der Hand und des Armes Innenseite des Ober- und Vorderarmes
1. Dorsalis	Strecker des Daumens Kleine Handmuskeln Daumen- und Kleinfinger-Ballen		
2.—12. Dorsalis	Muskeln des Rückens und des Bauches Erectores spinae	Bauchhaut (4.—11. Dors.). Hypochondrium (?)	Haut des Rückens, des Bauches und der oberen Glutäalregion
1. Lumbalis	Ileo-Psoas Sartorius	Cremasterreflex 1.—3. Lumb.	Haut der Schamgegend Vorderseite des Hodensackes

Segmente	Muskeln	Reflexe	Gefühlsinnervation der Haut
2. Lumbalis	Ileo-Psoas	Patellarsehne	Aeussere Seite der Hüfte
	Sartorius	2.—4. Lumb.	
	Flexoren d. Knies (Remak?)	Blase u. sexuelle Centren. 2.—4. Lumb.	
	Quadriceps femoris		
3. Lumbalis	Quadriceps femoris		Vorderseite der Hüfte
	Einwärtsroller der Schenkel		
	Adductores femoris		
4. Lumbalis	Abductores femoris	Rectal-Centrum	Innere Seite der Hüfte und des Beins bis zum Knöchel. Innenseite des Fusses
	Adductores femoris	(4. Lumb.—2. Sacr.)	
	Tibialis anticus	Glutäal-Reflex	
	Peroneus longus	(4.—5. Lumb.)	
	Flexoren d. Knies (Ferrier?)		
5. Lumbalis	Auswärtsroller der Hüfte	Fussclonus	
		Achillessehne	
	Beuger d. Knies (Ferrier?)		
	Beuger des Fusses		
	Extensoren der Zehen		Bein und Fuss, äusserer Theil
	Peronei		
1. Sacralis	Muskeln der Wade		Hüfte (den inneren Theil ausgenommen)
5. Sacralis	Flexor longus hallucis		
	Kleine Fussmuskeln	Plantar-Reflexe	Hinterseite des Scrotum Perineum. Anus

Der Faserverlauf im Rückenmark, meine Herren, ist nur zu einem Theil bekannt. Zum Verständniss desselben ist es nothwendig, dass Sie sich mit dem Bilde, welches ein Schnitt quer durch das Organ bietet, voll vertraut machen.

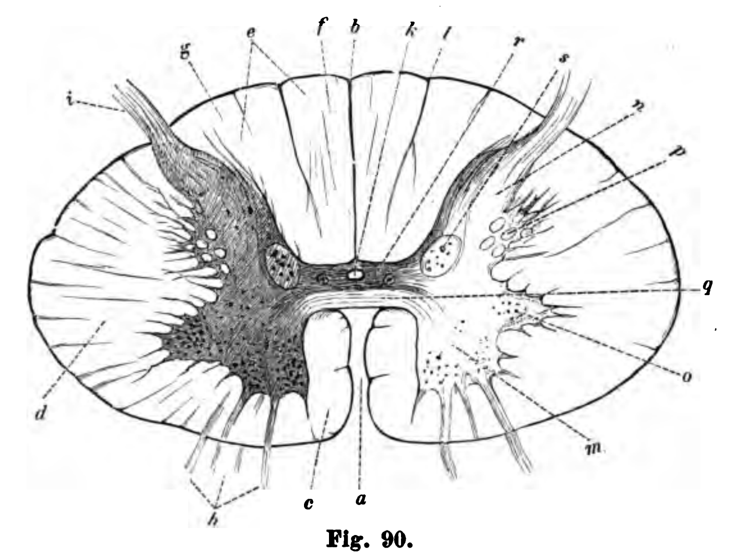


Fig. 90.

Halbschematischer Querschnitt des Rückenmarkes nach Erb.
a vordere, *b* hintere Längsfurche, *c* Vorderstrang, *d* Seitenstrang, *e* Hinterstrang, *f* Funic. gracilis, *g* Funiculus cuneatus. *h* vordere, *i* hintere Wurzel. *k* Centralkanal, *l* Sulcus intermed. post. *m* Vordersäule, *n* Hintersäule, *o* Tractus intermedio-lateralis, *p* Processus reticulares. *q* vordere Commissur aus weisser Substanz, *r* hintere oder graue Commissur. *s* Clarke'sche Säule oder Columna vesicularis.

Auf einem solchen Querschnitt erkennen Sie zunächst weisse Substanz in der Peripherie und graue Substanz in H-Form im Centrum. Die beiden Rückenmarkshälften sind getrennt durch die vordere und hintere

Längsfurche, verbunden durch eine *Commissur weisser Substanz* vorn, *grauer Substanz* hinten. Die vordere Ausdehnung der grauen Substanz nennt man die *Vorderhörner* oder *Vordersäulen*, die hintere die *Hinterhörner* resp. *Hintersäulen*.

Die Vertheilung von weisser und grauer Substanz ist nicht in allen Querschnittshöhen die gleiche. Namentlich überwiegt vom oberen Lendenmark an abwärts entschieden die graue Substanz. Fig. 91 zeigt Querschnittsbilder aus den verschiedenen Höhen des Rückenmarkes.

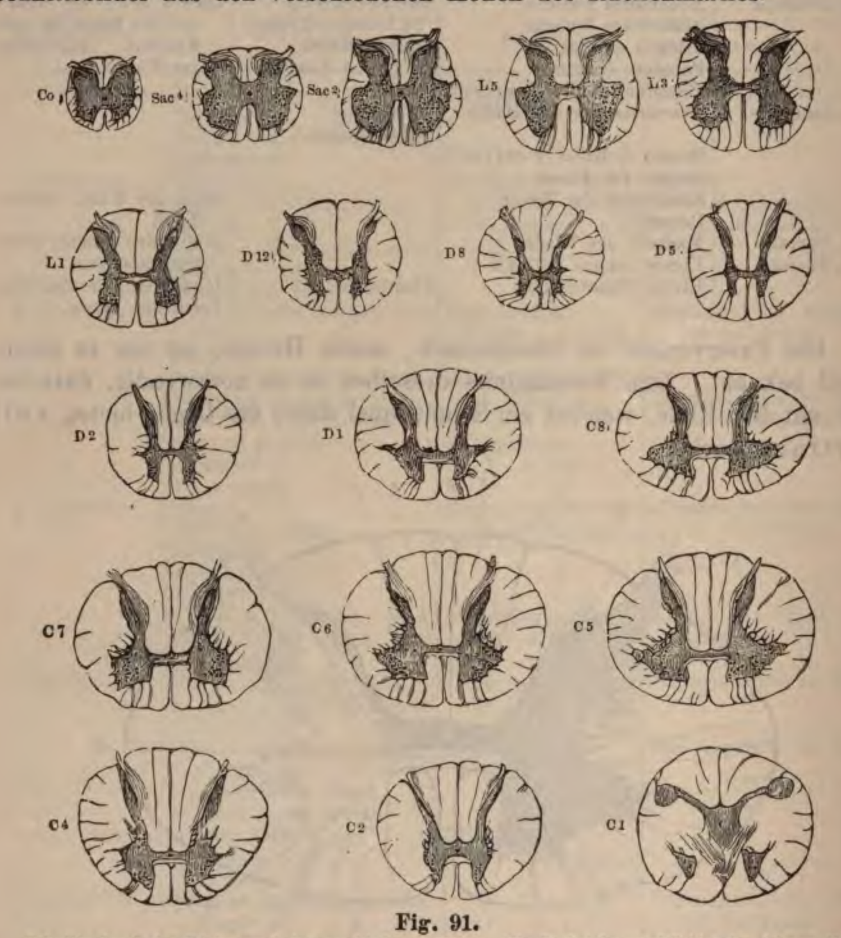


Fig. 91.
Schnitte durch das Rückenmark in verschiedenen Höhen. Die Buchstaben und Zahlen bezeichnen die Spinalnerven, deren Abgangshöhe die einzelnen Schnitte entsprechen. Nach *Quain*.

Ausser der verschiedenen Vertheilung der beiden Substanzen wollen Sie an derselben noch beachten, wie der lateralste Theil des Vorderhornes im unteren Hals- und oberen Brustmark mehr und mehr selbständig wird und schliesslich (Figur D_1 und D_3) als eigener Fortsatz, *Seitenhorn* oder *Tractus intermedio-lateralis* genannt, sich abhebt. Im unteren Brustmarke verschwindet das Seitenhorn wieder. Auf Fig. 90 ist es bei *o* angegeben.

Im ganzen Hals- und im oberen Brustmarke ist hinter dem Tractus intermedio-lateralis, im Winkel zwischen ihm und dem Vorderhorn, die graue Substanz nicht scharf abgegrenzt, sie geht vielmehr in ein Netz von grauen Balken und Zügen über, das weithin in die weisse Substanz hineinragt. Dieses Netz heisst Processus reticularis.

Am Conus terminalis hat die graue Substanz nur noch einen dünnen Ueberzug weisser Fasern (*Co* der Fig. 91).

Die Wurzelfasern der motorischen Nerven treten am Spinalganglion vorbei direct in das Rückenmark, durchziehen dessen weisse Substanz und senken sich in die Vorderhörner ein. Sehr wahrscheinlich ist, dass alle in ihnen enthaltenen Axencylinder sich so wie es hier auf Fig. 92 abgebildet ist, mit den grossen dort liegenden Ganglienzellen verbinden. Diese Zellen, in denen also die motorische Innervationsbahn ihr erstes Ende findet, sind in der Weise neben den Rückenmarksquerschnitt vertheilt, dass man (Fig. 90 links bei *m*) mehr oder weniger deutlich vorn eine mediane und eine laterale Gruppe, ausserdem hinter dieser eine centrale Ansammlung unterscheiden kann. Dazu kommt im Halsmark noch die Gruppe des Seitenhornes.

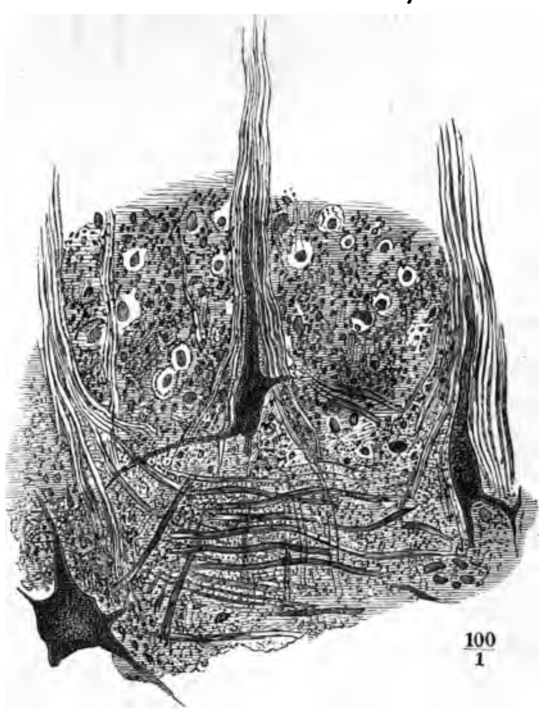


Fig. 92.
Vom vorderen Rande eines Querschnittes der grauen Vordersäule; Uebergang der Zellfortsätze in die vorderen Wurzeln. Carminpräparat 100/1. Nach Henle.

Wenn man Längsschnitte macht, sieht man, dass die Ganglienzellen, je einer eintretenden Wurzel entsprechend, etwas zahlreicher werden, man erkennt, dass sie segmental angeordnet sind. Eine solche Ganglienzellenanhäufung und die Wurzeln, welche an sie herantreten, nennt man zusammen Rückenmarkssegment. Beim Menschen ist das Bild des Rückenmarkssegmentes fast ganz verwischt. Bei niederen Thieren bewahrt es mehr Selbständigkeit.

Ueber den Verlauf derjenigen Fortsätze der Ganglienzellen, welche nicht zu Axencylindern werden, ist nichts Sicheres bekannt; einige scheinen direct zu anderen Ganglienzellen zu gehen, die Mehrzahl aber verliert sich in einem feinen, die ganze graue Substanz durchziehenden Netze zartester Fasern, deren nervöse Natur noch nicht über allen Zweifel erhaben ist.

Die Wurzeln der sensiblen Nerven gelangen, nachdem sie das Spinalganglion passirt haben, zum Theil direct in das Hinterhorn, zum Theil in die weissen Hinterstränge. Der Zellencomplex des Spinalganglions ist der eigentliche Ursprungskern für die Mehrzahl dieser Fasern. Sie erinnern sich noch, dass, wie die Entwicklungsgeschichte lehrt, die Zellen dieses

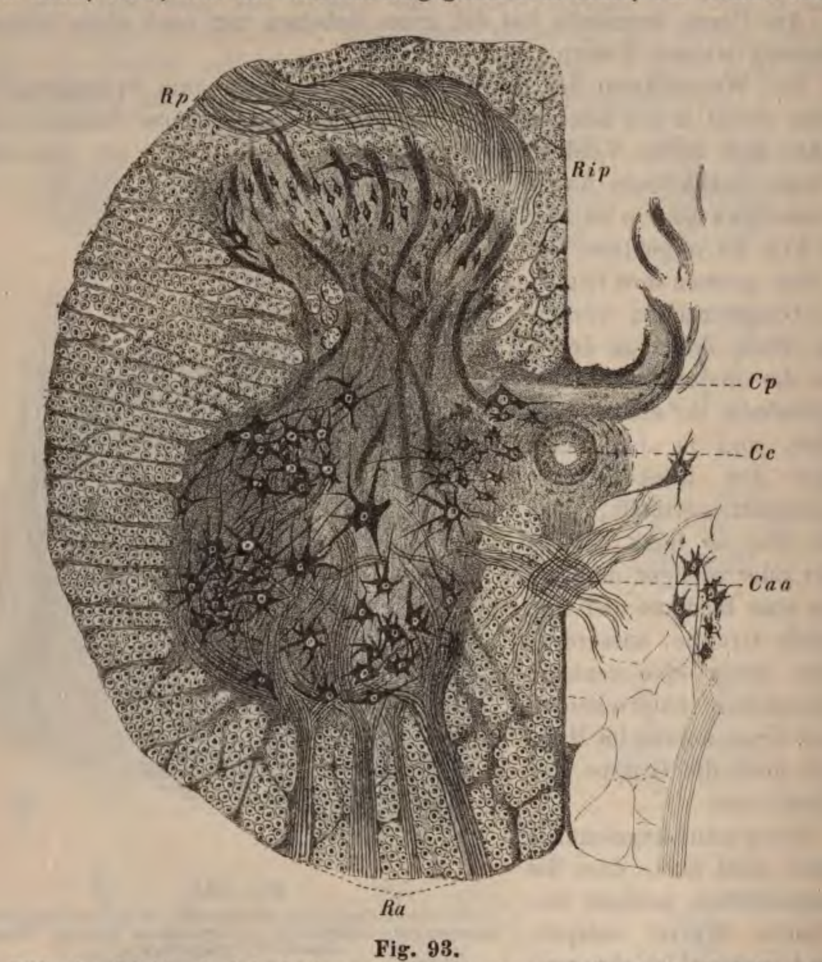


Fig. 93.

Die Hälfte eines Schnittes durch das Lendenmark, nach Deiters. *Ra* Radix anterior, *Rp* Radix posterior, *Rip* innerer Theil der Radix. post. *Cp* Commissura posterior, *Caa* Commissura anterior. *Cc* Centralkanal. Das feine Netz markhaltiger Fasern in der grauen Substanz, desgleichen die markhaltigen Züge in der sonst grauen Comm. post. nicht eingezeichnet

Ganglions peripherwärts in den Nerven, centralwärts in das Rückenmark auswachsen. Der centrale Ausläufer bildet das, was wir hintere Wurzel nennen. Mit ihm aber treten auch noch Fasern ein, welche nicht aus den Zellen der Spinalganglien stammen. Sie sind es wahrscheinlich, welche man im Rückenmark zu einer besonderen Gruppe von Zellen, welche denen der Spinalganglien ähnlich sind, gelangen sieht. Diese Gruppe, Columna vesicularis, Clarke'sche Säule (Fig. 90 *s*) liegt etwa da, wo Vorder- und Hinterhorn zusammenstossen. Ausser den Zellen enthält sie noch ein

Stämmchen ausserordentlich feiner in der Längsaxe des Rückenmarkes verlaufender Nervenfasern.

Die Columna vesicularis ist deutlich abgegrenzt nachweisbar nur etwa vom Ende der Halsanschwellung bis zum Anfang der Lendenanschwellung, reicht aber wahrscheinlich bis hoch in die Oblongata hinauf.

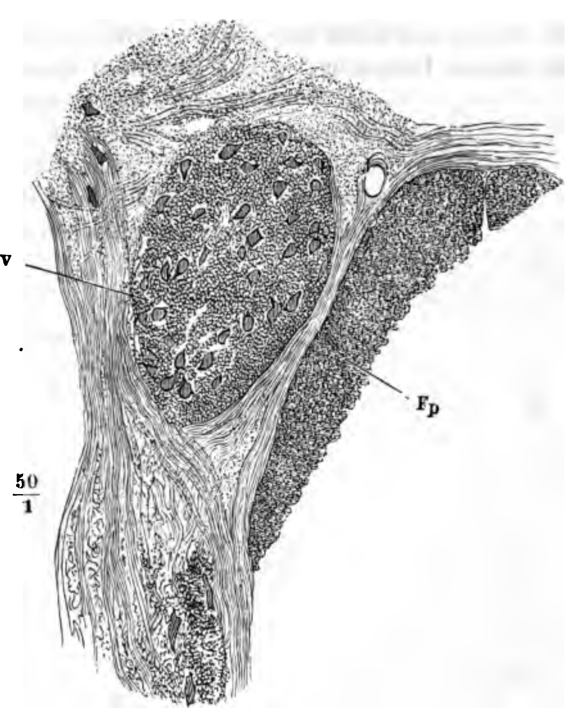


Fig. 94.
Querschnitt der Columna vesicularis (v). Fp Funiculus post. Nach Henle.

An der Spitze des Hinterhornes liegt, namentlich im Hals- und Lendenmarke deutlich, die glasig durchscheinende Substantia gelatinosa Rolandi. Wie Corning nachwies, ist sie der Rest eines in der frühen Embryonalzeit im Rückenmark weit ausgebreiteten Gewebes. Ihre Zellen ähneln sehr Ganglienzellen, doch ist ihre Natur noch unbekannt. Viele Fasern der Hinterwurzel treten durch die Substantia gelatinosa hindurch (Fig. 93).

An einigen Stellen der grauen Substanz sind nur wenige Nervenfasern und keine oder fast keine Ganglienzellen vorhanden. Dort ist das Gliagewebe das einzige Constituens und diese Stellen sind deshalb für das blosse Auge blassgrau durchscheinend. Eine stärkere Gliaansammlung befindet sich in der Umgebung des Centralkanales, sie heisst Substantia gelatinosa centralis. Auch die ganze Peripherie des Rückenmarkes ist von einem dünnen Mantel fast reiner Gliasubstanz überzogen, der gelatinösen Rindenschicht.

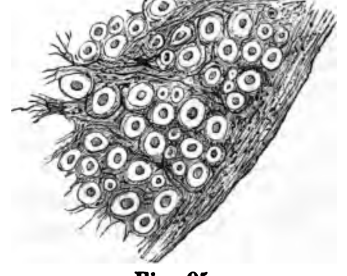


Fig. 95.
Ein Stückchen vom Querschnitt der weissen Substanz eines Seitenstranges. Neuroglia mit eingelagerten Deiters'schen Zellen umgiebt die querdurchschnittenen Nervenfasern, in deren Mitte je ein Axencylinder zu sehen ist. Nach Erb.

Die weisse Substanz, welche die graue umgiebt, besteht wesentlich aus in der Längsaxe des Rückenmarkes verlaufenden Fasern, zu denen noch die schräg aufsteigenden Fasern der Nervenwurzeln und eine gewisse Anzahl von anderen Fasern kommen, welche mehr oder weniger senkrecht zur Längsaxe aus der grauen Substanz heraus zu den weissen Fasersträngen ziehen. Die Nervenfasern haben einen

Axencylinder und eine Markscheide. Die Breite der letzteren wechselt sehr. Eine Schwann'sche Scheide fehlt ihnen. Zwischen den Nervenfasern liegt Neuroglia, welche an vielen Stellen direct an faseriges Bindegewebe angrenzt. In diesem Bindegewebe, das sich nach aussen in die Gliascheide und in die Pia mater fortsetzt, liegen, ziemlich radiär eindringend, Blutgefässe. Die Neuroglia besteht, wie auch in der grauen Substanz, aus zahlreichen Zellen mit langen dünnen Ausläufern. Meist ist der Zellleib so klein, dass die Ausläufer aus dem Kern zu kommen scheinen. Zuweilen aber erreicht er ein stärkeres Volumen. Solche Exemplare hat man als Spinnenzellen, auch als Deiters'sche Zellen bezeichnet (s. Fig. 95 links aussen).

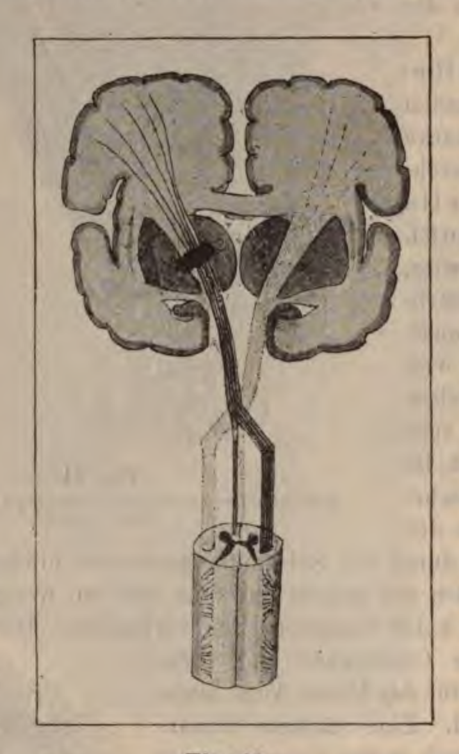


Fig. 96.
Schema der absteigenden Degeneration in der Pyramide bei einem Krankheitsherd in der Capsula interna links.

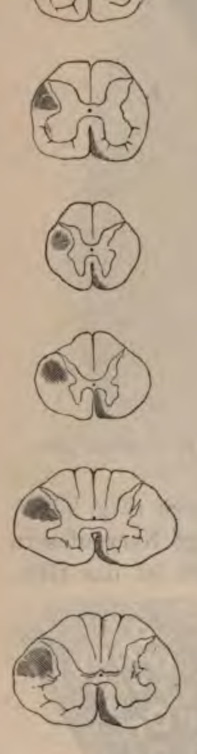


Fig. 97.
Secundäre absteigende Degeneration nach einem Erkrankungsherd in der linken Grosshirnhemisphäre. Nach Erb.

Durch die eintretenden Wurzeln und durch die Längsfurchen wird das Rückenmark, wie ein Blick auf den Querschnitt zeigt, in einzelne Stränge abgetheilt. Nach innen von den Wurzeln liegen die Vorder- resp. Hinterstränge, nach aussen von ihnen die Seitenstränge.

Das Studium der Entwicklungsgeschichte, sowie die Untersuchung gewisser Krankheiten des Rückenmarkes haben gelehrt, dass diese Vorder-, Hinter- und Seitenstränge nicht einheitliche, gleichwerthige Fasermassen sind, wie es wohl bei Betrachtung des Querschnittes eines gesunden Rückenmarkes vom Erwachsenen scheinen mag, dass sie sich vielmehr aus mehreren Abtheilungen zusammensetzen.

Sie erinnern sich wohl noch der Pyramidenbahn, jenes Faserzuges, den wir von der Rinde der motorischen Region durch die Kapsel und den Hirnschenkelfuss bis in die ventralen Theile der Brücke verfolgt haben.

Lassen Sie uns zunächst suchen, wohin sich diese Bahn im Rückenmark begiebt. Es ist nicht so schwer sie dort zu finden. Wenn sie nämlich irgendwo in ihrem langen Verlaufe durch einen Krankheitsherd zerstört wird, so schwinden allmälig ihre Nervenfasern; sie werden durch Bindegewebe ersetzt. Diese Entartung, welche man als secundäre Degeneration bezeichnet, setzt sich nach abwärts bis in das Rückenmark fort. Sie nimmt da zwei Stellen ein; einmal den innersten Theil des Vorderstranges derjenigen Seite, wo die Zerstörung im Hirn liegt und dann ein grosses Gebiet im Seitenstrang der gekreuzten Seite. Hoch oben, da wo die Oblongata beginnt, sieht man, dass jener gekreuzte Theil sich hinüber zum ungekreuzten begiebt, sich also mit der nicht degenerirten Pyramidenbahn kreuzt.

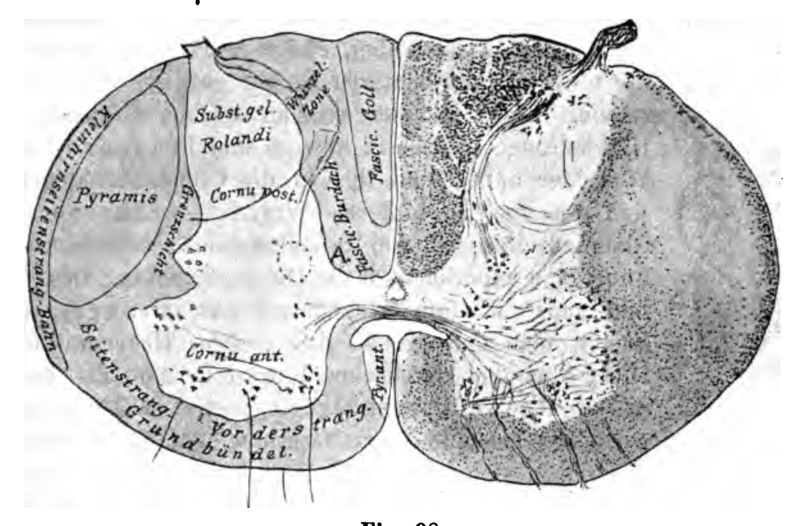


Fig. 98.

Querschnitt durch das Halsmark eines Neugebornen. Die Pyramidenbahnen ohne markhaltige Fasern, durchscheinend hell. Die Pyramidenvorderstrangbahn ragt weit in die Peripherie des Vorderseitenstrangs hinein.

Die Bahn, welche also von der Degeneration in absteigender Richtung befallen wird, heisst, wie im Gehirn, so auch im Rückenmark Pyramidenbahn. Sie zerfällt in letzterem in die Pyramiden-Vorderstrangbahn (innerste Partie der Vorderstränge) und in die Pyramiden-Seitenstrangbahn (in der hinteren Hälfte der Seitenstränge). Es ist Grund zur Annahme vorhanden, dass diese Pyramidenbahnen die Mehrzahl der Fasern vom Gehirn zum Rückenmark führen, welche der bewussten Bewegung dienen. Sie entarten nur absteigend, ihre Nerven schwinden regelmässig, wenn der Querschnitt der Bahn irgendwo im Gehirn oder auch im Rückenmark zerstört wird. Zur Zeit der Geburt haben beim Menschen alle Bahnen im Rückenmark ihre Myelinscheiden. Nur der Pyramidenbahn fehlen sie noch. Beim Neugebornen erscheinen daher die Pyramidenbahnen grau im weissen Rückenmarksquerschnitt.

Der Querschnitt der Pyramidenbahn wird nach dem Lendenmark zu immer kleiner, schon im unteren Brustmark ist die Pyramidenvorderstrang-

bahn oft gar nicht mehr nachzuweisen, weil ihre Fasern sich in den Ursprungsgebieten der motorischen Nerven verlieren.

Auf der Zeichnung Fig. 100 giebt 7 und 7′ ein ungefähres Bild vom Verhalten der Pyramidenbahn in verschiedenen Höhen des Rückenmarkes.

Die Untersuchung secundär degenerirter Rückenmarke lässt uns in die Zusammensetzung der weissen Stränge aber noch ein Stück weiter eindringen. Schneiden wir ein Rückenmark, das durch Druck oder eine andere Schädigung im Brusttheil unterbrochen ist, so finden wir, wie es nach dem Ihnen eben Vorgetragenen zu erwarten ist, caudal vom Herde der Erkrankung die unterbrochenen Pyramidenbahnen jederseits absteigend degenerirt. Aber auch cerebral von Unterbrechungsstelle zeigt sich eine Degeneration. Sie nimmt Anfangs das ganze Areal der Hinterstränge ein, beschränkt sich aber, einige Wurzelhöhen weiter, auf die mediane, der hinteren Incisur anliegende Partie derselben. Leicht können wir an solchen Präparaten die Hinterstränge trennen in äussere und in i n n e r e Stränge. Was hier aufsteigend (bis in die Oblongata) degenerirt, sind Fasern der hinteren Wurzeln, welche von ihren Ganglienzellen, in den Spinalganglien, abgetrennt sind. Führt man experimentell die Durchschneidung dieser Wurzeln ganz nahe am Rückenmark aus (S i n g e r), so bekommt man ganz genau das gleiche Degenerationsbild. Dicht über der Durchschneidungsstelle sind die äusseren und die inneren Hinterstränge degenerirt, weiter oben aber, wo neue, gesunde Wurzelfasern wieder eingetreten sind, legen diese sich aussen von den kranken an und es rücken so, je höher man kommt, die entarteten Fasern immer näher an die Medianlinie.



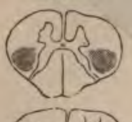
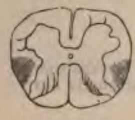




Fig. 99.
Secundäre auf- und absteigende Degeneration bei einer Querschnittsaffection im oberen Brustmark.
Nach S t r ü m p e l l.

Was wir eben durch die Untersuchung der degenerirten Hinterstränge erfahren haben, das bestätigt das Studium der Markscheidenentwicklung. Auch es lehrt, dass dort mindestens zwei Fasergebiete enthalten sind; ein äusseres Gebiet, gewöhnlich als G r u n d b ü n d e l d e r H i n t e r s t r ä n g e, auch als K e i l- oder B u r d a c h'sche S t r ä n g e bezeichnet, und ein inneres, dem man den Namen der z a r t e n S t r ä n g e oder auch der G o l l'schen S t r ä n g e gegeben hat. Am normalen Marke des Erwachsenen sind die beiden Hinterstrangtheile [1]) nur im Halsmark deutlich durch Bindegewebssepten von einander geschieden, auf tieferen Querschnitten kann man sie nur erkennen, wenn einer von beiden erkrankt und deshalb durch eine andere Färbung ausgezeichnet ist. Die Goll'schen Stränge nehmen von unten nach oben bis in das obere Brustmark an Stärke zu, wahrscheinlich weil sie Theile der fortwährend eintretenden hinteren Wurzeln der Medulla oblongata zuführen.

---

1) Funiculus cuneatus und Funiculus gracilis in Fig. 89 b.

Es ist nicht unwahrscheinlich, dass in den Hintersträngen noch mehr Unterabtheilungen zu machen sind. Die Art, wie manche Erkrankungen sich in ihnen ausbreiten, namentlich auch gelegentliche vom Beschriebenen abweichende Bilder bei der secundären Degeneration, lassen das vermuthen.

Das Gebiet ganz nahe an der grauen Commissur, das in Fig. 98 links mit *A* bezeichnet ist, muss ein eigenes Fasersystem enthalten, weil es, bei der Tabes z. B., nie mit erkrankt, wenn auch die andern Theile der Hinterstränge degeneriren. Man kann es als ventrales Feld der Hinterstränge bezeichnen.

Die Hinterstränge bestehen aus den eintretenden Fasern der hinteren Wurzeln. Diese Wurzeln sind so angeordnet, dass die eintretende immer

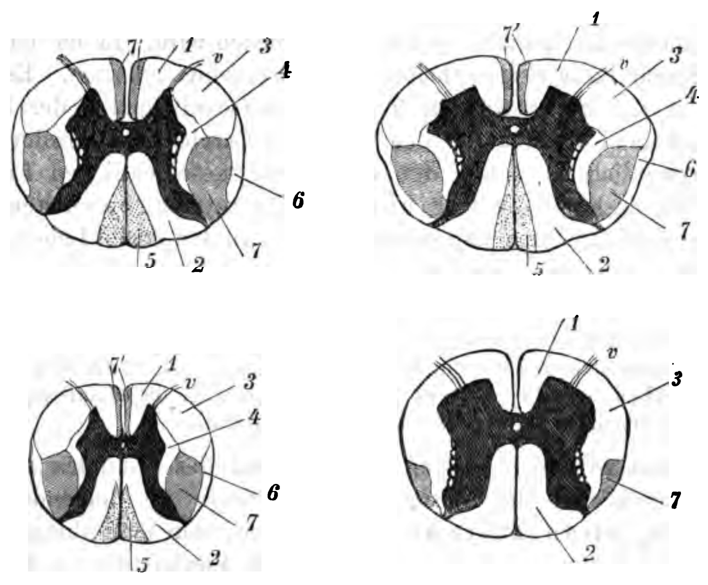


Fig. 100 (nach Flechsig).

Schnitte durch das Rückenmark in der Höhe des oberen Halsmarkes, der Halsanschwellung, des Brustmarkes und des mittleren Lendenmarkes, Abgrenzung der einzelnen Stränge in der weissen Substanz. 1 Vorderstranggrundbündel; 2 Hinterstranggrundbündel, Keilstrang oder Burdach'scher Strang; 3 vordere gemischte Seitenstrangzone; 4 seitliche Grenzschicht der grauen Substanz; 5 zarter oder Goll'scher Strang; 6 Kleinhirnseitenstrangbahn; 7 Pyramidenseitenstrang- und 7' Pyramidenvorderstrangbahn; *v* vordere Wurzeln. Graue Substanz schwarz gehalten.

am weitesten aussen, dicht an den Hinterhörnern liegt, dass aber die nach ihr, d. h. über ihr zum Rückenmark gelangende Wurzel ihre Vorgängerin nach innen schiebt. So kommt es, dass oben im Halsmark die Fasern aus den Unter-Extremitäten wesentlich in den Goll'schen Strängen zu suchen sind, während die Burdach'schen Stränge noch sehr viele Fasern aus den oberen Extremitäten führen. Sie dürfen sich nun, meine Herren, nicht vorstellen, dass die genannten Hinterstrangantheile die Gesammtmasse der Fasern einer hinteren Wurzel nach oben führen. Viele Fasern gelangen vielmehr gleich nach dem Eintritt der Wurzel in die graue Substanz, andere biegen während ihres Verlaufes im Hinterstrang erst dorthin um.

Stücke der motorischen Bahn mit feinen, die peripheren (Wurzel-Ganglienzelle) mit starken Strichen angedeutet. In welcher Weise die Verbindung der Zellen mit den Pyramidenfasern stattfindet, ist unbekannt.

Lateral und medial treten aus dem Vorderhorn Fasern in die Grundbündel der Vorderseitenstränge.

Die centralen Fasern aus den Wurzelkernen zur gekreuzten Pyramidenvorderstrangbahn, die Fasern aus den Wurzeln zu Zellen der anderen Seite und Fasern aus den Hinterhörnern bilden zusammen die Commissura anterior.

Durch alle diese Fasern entsteht innerhalb des Vorderhornes ein ausserordentlich reiches Flechtwerk, dessen Entwirrung noch vielfach ganz unmöglich ist, und das sicher noch andere, bisher unbekannte Bahnen enthält. Ein Theil dieses Netzwerkes ist, soweit er um die Zeit der Geburt markhaltig ist, auf Fig. 98 getreu abgebildet.

Bedeutende Schwierigkeiten stellen sich der Erforschung des Verhaltens der hinteren Wurzel entgegen. Zunächst sieht man nie eine Faser deutlich sich mit dem Ausläufer einer Zelle verbinden; immer steht zwischen beiden ein Flechtwerk; dann aber muss man sich gegenwärtig halten, dass der grössere Theil der Wurzel schon aus centralen Fasern besteht, aus solchen also, die bereits ihren ersten Endpunkt (Spinalganglion) passirt haben. Den Verlauf eines Theiles dieser centralen Fasern haben wir aus dem Verhalten der secundären Degeneration erschlossen. Wir haben gesehen, dass sie direct mit den Wurzeln in die Burdach'schen Stränge gelangen und in diesen immer weiter medianwärts rücken, so dass sie in Ebenen hoch über ihrem Eintritt, näher der Mittellinie, in den Goll'schen Strängen, liegen. Wir haben aber auch erfahren, dass während dieses nach Innen Rückens fortwährend Fäserchen in die graue Substanz abgegeben werden.

Wenn es mir gelingen soll, von den beim Eintritt der Hinterwurzeln obwaltenden complicirten Verhältnissen Ihnen eine Darstellung zu geben, so muss ich Sie ausdrücklich bitten, den folgenden Text nur unter fortwährender Benutzung der Fig. 102 zu studiren.

Auf einem Querschnitt durch das Rückenmark erkennt man, dass die hintere Wurzel, da, wo sie eintritt, sich in mindestens vier Theile spaltet. Die medialst gelegenen Bündel (*1* der Fig. 102), die aus grobkalibrigen Fasern zusammengesetzt sind, gelangen fast alle in der Höhe ihres Eintrittes sofort in die weissen Hinterstränge, entsprechen also den vorhin erwähnten centralen Bahnen; mit ihnen treten aber Fasern (*2* der Fig. 102) von gleicher Stärke in das Rückenmark, die sich nicht medianwärts wenden, sondern im Bogen die weisse Substanz durchziehen, um sich lateralwärts in der Gegend der Clarke'schen Säule zu verlieren. Einige Fasern durchbrechen direct das Hinterhorn ventral von dessen Substantia gelatinosa und ziehen dann in der dem Seitenstrang angehörigen „Grenzschicht" weiter. Sie sind auf Fig. 98 besonders deutlich.

Die beiden eben geschilderten Antheile der Hinterwurzel liegen me-

dialwärts von der Spitze des Hinterhornes. Lateral von ihnen liegen die Bündel, welche sich in letzterem selbst auflösen. Man kann grobfaserige von sehr feinfaserigen unterscheiden. Beiden ist gemein, dass sie nicht in der Höhe enden, wo sie in das Mark eindringen. Die starken Fasern (*3* der Fig. 102) gehen zwar zunächst durch die an der Spitze des Hinterhornes liegende Substantia gelatinosa Rolandi hindurch, wenden sich aber dann sofort nach aufwärts und nach abwärts, um erst in anderen Ebenen in die graue Substanz sich weiter einzusenken. Die feinen Fasern (*4* der Fig. 102) sondern sich sofort, nachdem die Wurzel eingetreten ist, von ihr ab und ziehen als Bündel zwischen der Spitze der Substantia gelatinosa

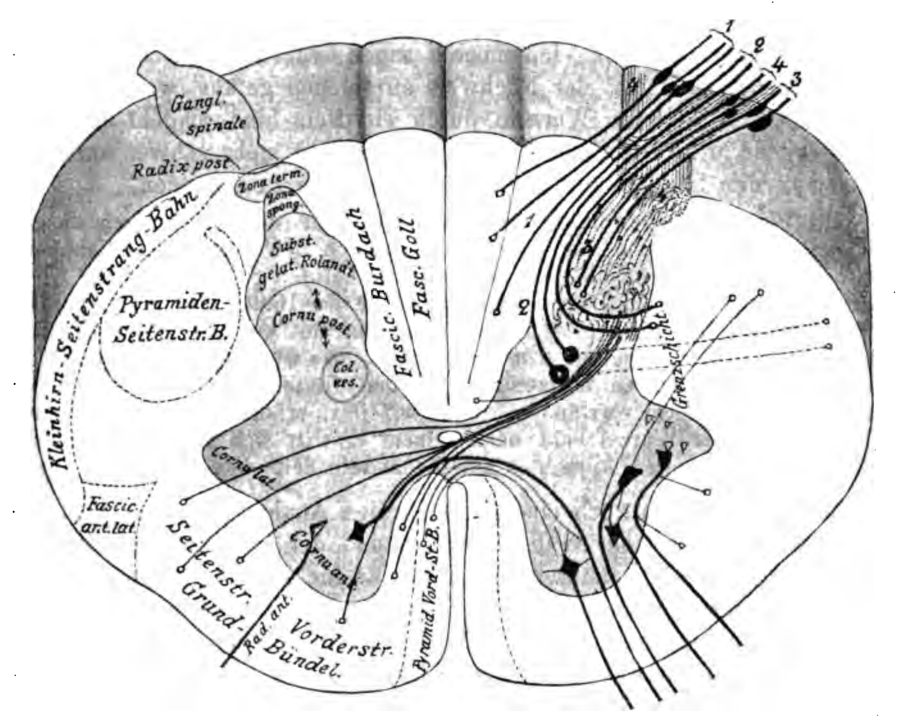


Fig. 102.
Schema eines Rückenmarksquerschnittes, in das der centrale Verlauf einiger wichtigen Züge eingezeichnet ist. Man vergleiche auch die nicht schematische Fig. 98 rechts.

und der Peripherie aufwärts und abwärts. Den Querschnitt dieses Bündels hat Lissauer, dem wir wesentlich seine Kenntniss verdanken, Randzone (Zona terminalis) genannt. Aus der Randzone gehen dann fortwährend feine Fäserchen in ein zwischen ihr und der gelatinösen Substanz liegendes Netzwerk — Zona spongiosa — und erst aus diesem Netz entwickeln sich dann wieder feine Züge, welche die gelatinöse Substanz durchziehen und in dem Fasergewirr, welches das Hinterhorn erfüllt, verloren gehen.

Aus diesem Fasergewirr aber entwickeln sich neu
Diese treten alle durch die hintere und durch die

Commissur aus der grauen Substanz auf die andere Seite und steigen dann in den Grundbündeln der Vorderstränge und der Seitenstränge aufwärts zum Gehirn.

Wir haben also jetzt zweierlei Fortsetzungen der Hinterwurzelfasern kennen gelernt, eine ungekreuzte und directe in den Hintersträngen und eine indirecte, welche erst durch einen noch unverstandenen Mechanismus im Hinterhorn durch muss, dann aber sich kreuzt. Sie werden später sehen, dass auch die ungekreuzten Fasern oben in der Oblongata durch einen Kern hindurchgehen und sich dann ebenfalls kreuzen.

Es wäre mir nicht möglich gewesen dies Verhalten der hinteren Wurzelfasern zu erkennen, wenn nicht niedere Wirbelthiere gerade hier im Rückenmarke besonders einfache, ich möchte sagen, schematische Verhältnisse böten. Nachdem einmal der Nachweis an solchen geführt war, dass die Mehrzahl ihrer hinteren Wurzeln durch ein Netz hindurchgeht und sich dann, ehe sie hirnwärts zieht, kreuzt, war es nicht mehr schwer am Menschen und den Säugern die gleichen Verhältnisse zu erkennen.

Mit dieser neu gewonnenen Kenntniss stimmen die Erfahrungen ausgezeichnet überein, welche das Experiment und die Beobachtung am Krankenbette liefern. Wenn nämlich ein Rückenmark halbseitig durchschnitten wird, dann wird unterhalb der Durchschneidungsstelle das Hautgefühl verloren, und zwar nicht auf der gleichen Seite, sondern auf der gekreuzten. Diese Erfahrung war bisher nicht mit dem zu vereinen, was wir über die ungekreuzte Fortsetzung der hinteren Wurzelfasern in den Hintersträngen wussten. Sie wird aber sofort leicht verständlich, wenn wir jetzt erfahren, dass ein ansehnlicher Theil jeder Wurzel bald nach seinem Eintritt sich unter Vermittlung eines noch unbekannten Apparates auf die andere Seite begiebt.

Jetzt wird Ihnen auch eine merkwürdige Analogie in dem Verlaufe der centralen Fortsetzungen der vorderen und der hinteren Wurzeln auffallen. Auch aus den ersteren haben sie ja eine zur Wurzel ungekreuzte Bahn — Pyramiden-Seitenstrangbahn — und eine gekreuzte Bahn — Pyramiden-Vorderstrangbahn — sich entwickeln gesehen.

Der Hauptunterschied zwischen beiden motorischen und sensiblen Bahnen besteht in dem Mechanismus, der sich zwischen die Ursprungszellen und die Kreuzung einschiebt.

Während nämlich Vieles dafür spricht, dass dieser für die Vorderhornzelle ein sehr einfacher ist, wahrscheinlich in der Zelle selbst liegt, sehen Sie zwischen die Spinalganglienzelle und die Kreuzung ein ganzes Netzwerk, das noch viele kleine Zellen enthält, sich einschieben.

Wir werden später, wenn wir die Oblongata studiren, auf diese wichtigen Verhältnisse näher zurückkommen müssen.

Nun hätten wir noch jenes Antheiles der hinteren Wurzel zu gedenken, der gar nicht aus den Zellen des Spinalganglions entspringt, sondern sich zu den Zellen der Clarke'schen Säule begiebt. Er hat mit der Leitung des Hautgefühles, wie die Ergebnisse der Pathologie zeigen, wahrscheinlich nichts zu thun. Die centrale Fortsetzung der Clarke'schen Säule geht nicht in die allgemeinen Bahnen des Gefühles weiter oben ein. Es ent-

wickeln sich aus ihr Fasern, welche seitlich aus der grauen Substanz austreten und an die Aussenseite des Markes, zur Kleinhirnseitenstrangbahn gelangen. Mit dieser verlaufen sie zum Cerebellum. Diese Fasern sind wahrscheinlich von Wichtigkeit für die Coordination unserer Bewegungen. Denn nicht nur sieht man nach Kleinhirnleiden Gang und Haltung oft uncoordinirt werden, auch bei der Tabes dorsalis, wo die hochgradigste Ataxie vorkommt, sind gerade die Fasern der Hinterstränge und die Columna vesicularis degenerirt, ist also ein Theil der Bahnen zum Kleinhirn unterbrochen.

Die anatomischen Verhältnisse des Rückenmarkes, soweit sie makroskopisch zu ermitteln waren, haben Burdach, Sömmering und J. Arnold festgestellt. Die Verbindung der grauen Substanz der Vorderhörner mit den vorderen Wurzeln hat zuerst Bellingeri, die der Hinterhörner mit Fasern der Hinterwurzeln Grainger erkannt. Der feinere Bau des Rückenmarkes ist aber erst durch B. Stilling erschlossen worden, dann haben Kölliker, Goll, Deiters, Gerlach, Clarke und Andere in Vieles neue Klarheit gebracht. Den Arbeiten von Türk, Flechsig, Charcot, Gowers verdanken wir den grössten Theil dessen, was wir über den Faserverlauf in der weissen Substanz wissen.

Das Bild von den wichtigsten Faserbahnen im Rückenmark, das ich Ihnen heute vorlegte, könnte noch um vieles feiner ausgeführt, noch mit manchem hochinteressanten Detail verziert werden. Schon sind wir aber an so manche Stelle gerathen, wo unser Wissen unsicher wird und getreu der Grenze, die diese Vorlesungen sich stecken mussten, will ich da abbrechen, wo die Fülle eruirter Details und sich widersprechender Meinungen der Autoren noch nicht gestatten, dem Lernenden präcise Bilder vorzuführen.

In der Vorrede zu seinem grossen Werke über den Bau des Rückenmarkes sagt Stilling: „Wir dürfen, um mit dem edlen Burdach zu reden, nicht vergessen, dass wir bei der Erforschung des Rückenmarksbaues in ein Wunderland reisen, welches wir noch so wenig wahrhaft kennen: so mögen wir nur auf Ströme und Berge den Blick heften, um eine klare Uebersicht des Ganzen zu erlangen, und es den Nachfolgern überlassen, jeden Bach zu verfolgen und bei jeder Anhöhe zu verweilen.“

Dreissig Jahre sind verflossen, seit mit jener Vorrede eines der inhaltsreichsten Bücher in die Welt ging, mit dem je die anatomische Wissenschaft beschenkt wurde und noch sind wir gar weit von dem Ziele entfernt, noch lange wird es dauern, bis jene Generalstabskarte wird gezeichnet werden können, von der Burdach und Stilling träumten.

Zehnte Vorlesung.

Das Rückenmark und der Anfang der Medulla oblongata.

M. H.! Im Rückenmark liegen physiologisch weit verschiedene Fasern eng beisammen; die als Centralorgane zu betrachtenden Zellen sind dicht umgeben von peripheren Leitungen. Es wird Ihnen daher begreiflich erscheinen, dass es äusserst schwer ist, die Folgen zu ermitteln, die Symptome festzustellen, welche bei Erkrankung oder Zerstörung eines dieser Componenten des Rückenmarkes auftreten.

Dennoch hat genaue Beobachtung am Krankenbette und am Sectionstische uns manches hierher Gehörige gelehrt. Eine Anzahl von Rückenmarkskrankheiten befallen immer nur bestimmte Theile des Markes, immer nur einzelne Stränge oder gewisse Gruppen von Ganglienzellen und lassen die übrigen Theile des Querschnittes entweder für immer oder doch für lange Zeit intact. Die Beobachtung solcher Formen wird natürlich für die uns beschäftigende Frage von grösster Wichtigkeit sein. Dann erlauben Verletzungen, Durchschneidungen, Compressionen des Markes, wie sie durch Caries der Wirbel und durch Tumoren zu Stande kommen, oft wichtige Schlüsse.

Viel weniger als durch die Pathologie lässt sich durch den physiologischen Versuch am Thiere ermitteln. Die nöthigen Eingriffe sind verglichen mit den pathologischen Processen recht grober Natur und über Natur und Herkunft durchschnittener Fasern wissen wir bei Thieren recht wenig, da ihr Mark noch lange nicht so gut anatomisch durchforscht ist, als das des Menschen.

Es kann natürlich in diesen Vorlesungen nicht unsere Aufgabe sein, die reichen Ergebnisse, welche wir zahlreichen Forschungen über die Pathologie des Rückenmarkes verdanken, auch nur kurz zu resumiren. Eine Reihe vortrefflicher Bücher führen Sie ja in dies Gebiet ohne allzugrosse Schwierigkeit ein.

Nur einige besonders wichtige oder besonders sicher gestellte Punkte seien erwähnt.

Erkrankungen der Pyramidenbahn im Seitenstrange und wahrscheinlich auch im Vorderstrange haben Parese oder Paralyse im Gefolge. Ausserdem gerathen die gelähmten oder auch nur geschwächten Muskeln in dauernde Spannungszunahme, neigen zur Contractur und sind auf mechanische Reize sehr viel mehr als in normalem Zustande erregbar. Immer, wenn Sie diese Symptome allein oder einem anderen Symptomencomplexe beigemischt finden, dürfen Sie mit aller Sicherheit eine Betheiligung der Pyramidenbahn an der Erkrankung annehmen.

Erkrankungen der Hinterstränge machen verschiedene Symptome je nach der Breite der Stränge, welche sie betreffen. Zerstörungen der eintretenden hinteren Wurzeln müssen die ganze in diesen verlaufende Sensibilitätsbahn unterbrechen und nicht nur den Verlust jeder Art von Gefühl, sondern auch den

der Reflexe, die ja durch die Gefühlsbahn vermittelt werden, nach sich ziehen. Auch die Reflexe, welche mit dem bewussten Fühlen nichts direct zu thun haben, wie die Sehnenreflexe, schwinden dann. Degenerationen der Hinterstränge, welche nicht die eintretenden Wurzelfasern betreffen oder sie doch nur in geringerem Maasse berühren, verlaufen ohne wesentliche Störungen des Hautgefühles, doch scheint immer das Muskelgefühl zu leiden. Die Hauptmasse der dort fortgeführten Theile der hinteren Wurzelbündel steht zu dieser Sensation in Beziehung. Die motorische Kraft erleidet durch Erkrankung der Hinterstränge keine Einbusse.

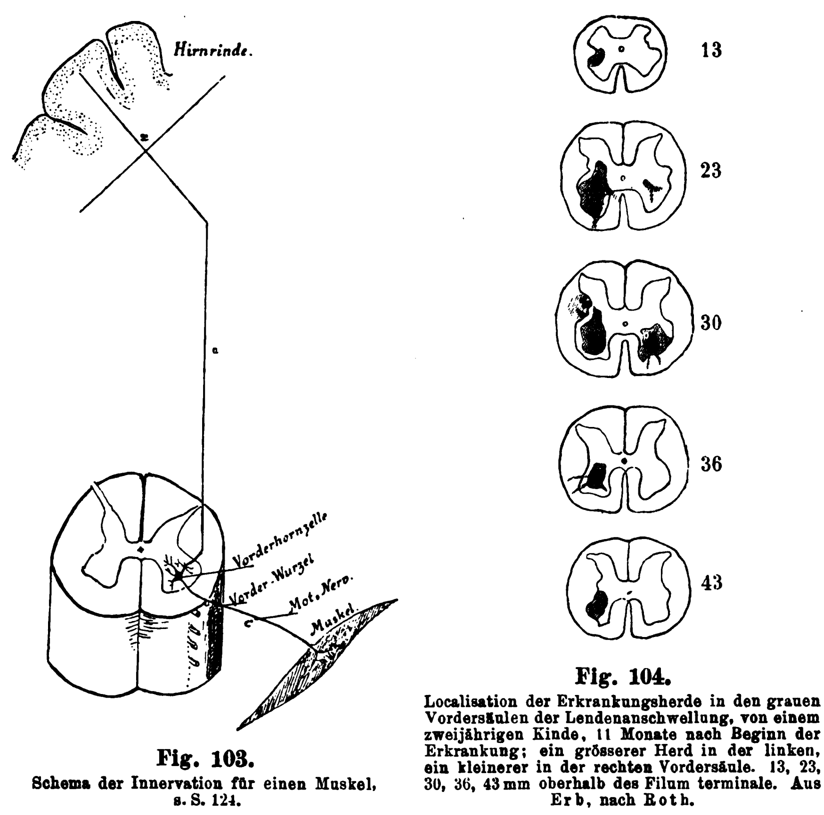


Fig. 103.
Schema der Innervation für einen Muskel, s. S. 124.

Fig. 104.
Localisation der Erkrankungsherde in den grauen Vordersäulen der Lendenanschwellung, von einem zweijährigen Kinde, 11 Monate nach Beginn der Erkrankung; ein grösserer Herd in der linken, ein kleinerer in der rechten Vordersäule. 13, 23, 30, 36, 43 mm oberhalb des Filum terminale. Aus Erb, nach Roth.

Wenn die graue Substanz der Vorderhörner von einem krankhaften Processe zerstört wird, dann tritt, ganz wie bei Zerstörung peripherer Nerven, Lähmung in den Muskeln ein, welche ihre Nervenfasern aus der betreffenden Stelle beziehen. Dieser Lähmung gesellt sich ungemein rasch Atrophie der gelähmten Muskeln zu. Auch darin ist sie der peripheren Lähmung ähnlich, dass die Muskeln auf den elektrischen Strom meistens bald so reagiren, als ob ihr zuleitender Nerv durchschnitten sei. Man glaubt alle diese Thatsachen durch die Annahme vereinigen zu können, dass in den grossen Zellen der Vorderhörner trophische Centren für die Muskeln und Nerven gegeben seien. Dafür spricht auch der Durchschneidungsversuch. Einerlei wo man die vordere Wurzel nahe oder fern vom Rückenmark trennt, ihr Nerv degenerirt immer nach der Peripherie hin, während die hintere Wurzel auch vom Marke getrennt, dann zum grössten Theile erhalten bleibt, wenn sie noch mit ihrem Spinalganglion zusammenhängt.

Wenn die Fasern zu den Vorderwurzeln hirnwärts von ihren Vorderhornzellen, also in den Seitensträngen zerstört werden, tritt meist keine Atrophie, nur Lähmung ein.

An dem vorstehenden Schema (Fig. 103), welches den Zusammenhang von centraler und peripherer motorischer Bahn darstellt, können Sie sich diese Verhältnisse leicht einprägen.

Eine Erkrankung, welche sich in der Linie xac, resp. in den von ihr repräsentirten Fasern localisirt, führt zur Lähmung. Wenn sie vor der Ganglienzelle die Leitung unterbricht, also bei x oder a, trägt sie den Charakter einer centralen Lähmung ohne Atrophie und geht häufig dadurch, dass wahrscheinlich andere Bahnen für xa eintreten, in Besserung resp. Heilung über. Wird aber die Linie xac in der Ganglienzelle oder irgendwo in c unterbrochen, so tritt nicht nur Lähmung, sondern auch Schwund der gelähmten Fasern und Atrophie der von ihnen versorgten Muskeln ein. Dadurch wird die Aussicht auf Wiederherstellung der gelähmten Partien eine sehr geringe. Zuweilen tritt nach langdauernder Unterbrechung von xa auch allmälig Betheiligung von c auf. Das ist aber selten. Unterbrechung der Bahn a führt auch zu absteigender Degeneration von der Unterbrechungsstelle bis zur Höhe des betreffenden Vorderhorns. Die trophischen Centren für diesen Theil der motorischen Bahn müssen daher in centraler Richtung von der Unterbrechungsstelle, wahrscheinlich in der Rinde zu finden sein.

Als ein Beispiel für Lähmung und Muskelschwund, wie sie nach Erkrankung der Vorderhörner auftreten, erwähne ich die „spinale Kinderlähmung". Dort tritt ganz plötzlich complete Lähmung einzelner Muskelgruppen auf und rasch folgt ihr Schwund der Muskelsubstanz. Die Untersuchung des Rückenmarkes ergiebt dann Erkrankungsherde, welche die graue Substanz der Vorderhörner getroffen haben. Auch die Nerven, ja die Wurzeln selbst, werden allmälig atrophisch. Rückenmark und Wurzeln gewähren später Bilder wie das folgende:



Fig. 105 a und b.

Rückenmark mit Poliomyelitis anterior acuta, 43 Jahre nach Beginn der Krankheit. — *a*. Schnitt durch die Lendenanschwellung; beide Vordersäulen und Vorderseitenstränge stark geschrumpft, links mehr wie rechts; keine Ganglienzellen. — *b*. Schnitt durch die Cervicalanschwellung; linke Vordersäule und Vorderseitenstrang sehr stark geschrumpft, ohne Ganglienzellen. Hintersäulen und Hinterstränge in beiden Schnitten normal, nach Charcot et Joffroy.

Wir besitzen noch nicht genügend feine Beobachtungen, um aussagen zu können, was für Symptome entstehen, wenn die graue Substanz der Hinterhörner erkrankt. Aber aus der Analyse der Fälle von Tabes dorsalis, in denen sie verschont, und derer, in denen sie betroffen war, dürfen wir schliessen,

dass Erkrankungen, welche dort sitzen, wahrscheinlich zu Störungen der Hautsensibilität und namentlich zu trophischen Störungen der Haut führen. Im Bereich der basalen Theile der Hinter- und der Vorderhörner müssen Bahnen verlaufen oder Centren liegen, welche zur trophischen Innervation der Haut und ihrer Blutgefässe in Beziehung stehen; ebenso haben wir in dieser Gegend den Mechanismus zu suchen, welcher der Temperaturempfindung dient. Bei der zuweilen vorkommenden Ausdehnung des Centralkanals — Syringomyelie — oder bei Geschwülsten, welche nicht selten mitten in der grauen Substanz sitzen, leiden nämlich vor allen anderen gerade die eben genannten Functionen und Qualitäten.

Lassen Sie uns nach diesem kurzen Excurs auf das Gebiet der Pathologie wieder zurückkehren zu dem Punkte, von dem wir ausgingen, zur Betrachtung des Rückenmarkbaues.

Am oberen Ende des Rückenmarkes verlagern sich die weissen Fasern, welche es zusammensetzen, in mannigfacher Weise, die Ausdehnung und Form der grauen Substanz ändert sich erheblich, neue Anhäufungen von

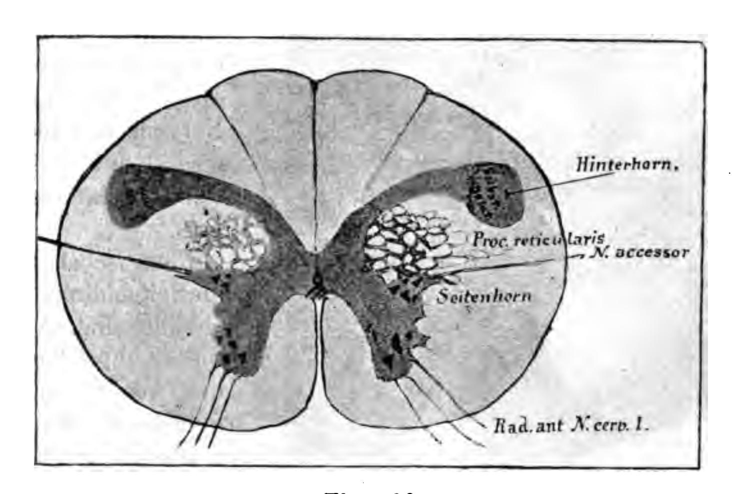


Fig. 106.
Schnitt durch den obersten Theil des Cervicalmarkes.

Glia und Ganglienzellen treten auf, und rasch wird das Ihnen jetzt wohlbekannte Bild des Rückenmarksquerschnittes verwischt; namentlich wird es undeutlich, wenn dicht über dem Rückenmarksende rechts und links, da wo bislang Seitenstränge lagen, die Oliva inferior, ein graues vielfach gefälteltes ganglienzellenreiches Blatt sich einschiebt, wenn der Centralkanal immer weiter nach hinten rückend zur Rautengrube sich erweitert.

Die Reihe von Querschnitten, welche ich Ihnen jetzt demonstriren werde, ist bestimmt, die Genese der Medulla oblongata aus dem Rückenmarke zu erläutern.

Figur 106 stellt einen Schnitt durch das Halsmark dar, etwa der Stelle entsprechend, wo der erste Cervicalnerv abgeht. Sie soll Ihnen wesentlich nur die in der vorigen Vorlesung geschilderten Formverhältnisse wieder in das Gedächtniss zurückrufen.

Drei Punkte wollen Sie aber an dieser Figur noch beachten, weil sie abweichen von dem bislang Geschilderten. Es ist einmal die eigenthümliche Form des Hinterhorns, das nur durch einen dünnen „Hals“ mit seinem dorsalsten durch Substantia gelatinosa stark verdickten Theil, dem „Kopf des Hinterhorns“ zusammenhängt. Die Substantia gelatinosa wird durchzogen von zahlreichen feinen Fäserchen, die möglicherweise in ihr entspringen. Alle begeben sich in die Gegend nach aussen von ihr und bilden dort ein bis an die Rückenmarksperipherie reichendes Bündel, das einen etwa halbmondförmigen Querschnitt hat. Dies Bündel steigt von hier aus bis hoch hinauf in die Brücke und sendet dort, wo der Trigeminus abgeht, mit ihm seine Fasern hinaus. Es heisst aufsteigende Quintuswurzel. Wir werden auf allen Schnitten, die ich Ihnen von heute an vorlegen werde, diesem Halbmond von Nervenfasern und der ihm medial anliegenden Substantia gelatinosa begegnen.

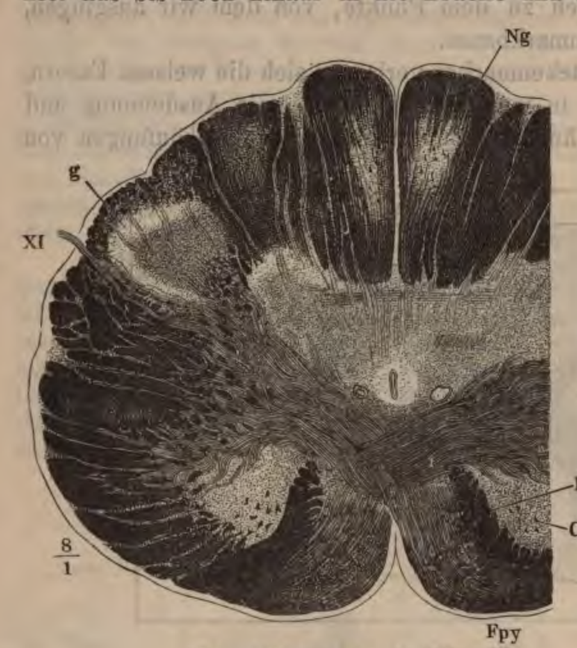


Fig. 107 (nach Henle).
Querschnitt des verlängerten Markes durch die Pyramidenkreuzung. *Fpy* Pyramidenstrang, *Cga* Vorderhorn, *Fa'* Vorderstrangrest, *Ng* Nucl. funic. gracilis, *g* Subst. gelatinosa, *XI* N. accessorius.

Dann sehen Sie, dass die Seitenhörner stark ausgebildet sind. Aus Zellen, die an ihrer Basis liegen und höher oben an den Seitenrand des Vorderhornes rücken, kommt der Nervus accessorius Willisi. Seine Wurzelfasern, die bis hinab zum 6. Cervicalnerven, und aufwärts bis in den Anfangstheil der Oblongata entspringen, treten nicht in geradem Verlaufe aus, wie es nach der Abbildung scheinen möchte, sondern ziehen aus den Zellen zuerst hirnwärts, um dann im Knie (Darkschewitsch) nach aussen abzubiegen. Nur der horizontale Schenkel dieses Kniees ist auf dem Schnitt getroffen worden, den Fig. 106 darstellt.

Beachten Sie ausserdem, dass in dem Raum zwischen Hinter- und Vorderhorn die graue Substanz mit zahlreichen netzförmigen Zügen den Seitenstrang durchzieht, seine Bündel zerlegt; es ist dies die Formation der Processus reticulares.

Ueber der eben gezeichneten Querschnittshöhe beginnen die Umlagerungen von Fasern etc., welche zur Bildung des Oblongataquerschnitts führen.

Wir haben im Rückenmark zwei Pyramidenbahnen kennen gelernt, eine, welche, im Vorderstrang gelegen, Fasern hirnwärts führt, die ihr gekreuzt aus jeder einzelnen Wurzelregion zugeführt werden, und eine zweite, die Pyramidenseitenstrangbahn, welche Fasern aus dem gleichseitigen Vorderhorn enthält.

Am oberen Ende des Rückenmarkes tritt (Fig. 107 *Fpy*) die letztere Bahn in massigen Zügen das Vorderhorn ihrer Seite durchbrechend in den Vorderstrang der anderen Seite. Dort trifft sie auf die Pyramiden-Vorderstrangbahn und von nun an zieht die ungekreuzte Pyramide, vereint mit der gekreuzten als Pyramidenstrang hirnwärts. Die Hinterhörner rücken, wenn der bislang von der Pyramide im Seitenstrang eingenommene Platz frei wird, weiter nach vorn.

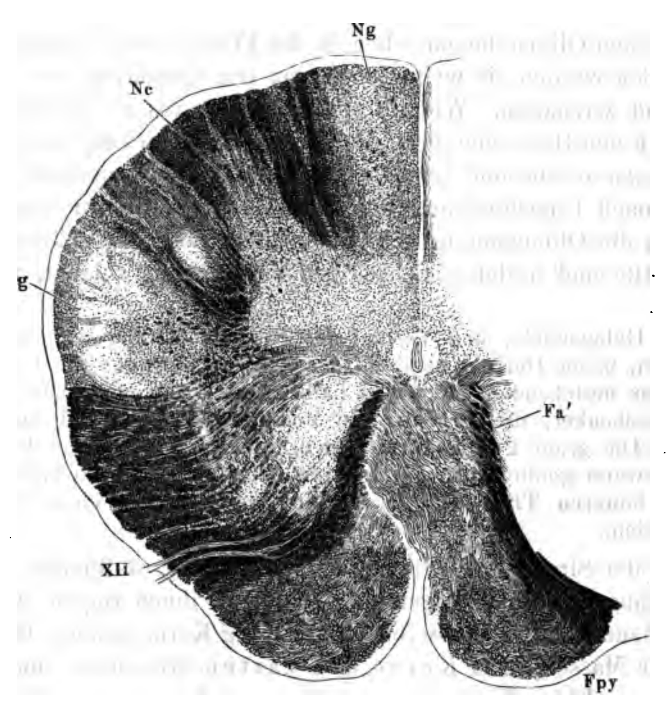


Fig. 108 (nach Henle).
Querschnitt des verlängerten Markes in der Gegend der caudalsten Hypoglossuswurzeln. Die Pyramidenkreuzung fast vollendet. *Nc* Nucl. funiculi cuneati, *XII* Nervus hypoglossus. Alle anderen Bezeichnungen wie Fig. 107.

Wenige Millimeter höher oben ist die Pyramidenkreuzung vollendet. Es liegen jetzt Pyramidenvorderstrangfasern und Pyramidenseitenstrangfasern vereint als mächtiges Querschnittsbündel ventral am Mark, das hier bereits den Namen Medulla oblongata trägt. In der vorstehenden Fig. 108 ist das deutlich sichtbar. Sie sehen an ihr auch, dass die Vorderstranggrundbündel (*Fa'*) dorsal von den Pyramiden gerathen. Aussen vom abgetrennten Rest des Vorderhornes ist ein kleiner grauer Herd vom Schnitt getroffen worden. Er gehört der untersten Spitze der Olive an. Die Olive

nimmt nach oben beträchtlich an Grösse zu und erfüllt einen grossen Theil des von den Seitensträngen eingenommenen Raumes. Diese letzteren sind, seit dem Auftreten der Processus reticulares etwa, wesentlich faserärmer geworden. Doch setzen sich eine Anzahl ihrer Züge noch weit über die Oliven hinauf in die Substantia reticularis fort. Durch Abgabe von Fasern an dort eingesprengte kleine graue Herde werden sie immer spärlicher und schwerer zu verfolgen.

Das Umlagern der Fasern, das Eintreten der Pyramidenseitenstrangbahn in den Vorderstrang der anderen Seite ist an den vorstehenden beiden Henle'schen Zeichnungen sehr gut zu sehen. Die abgetrennten Vorderhörner können nach oben hin noch weiter verfolgt werden, verlieren sich aber etwa in der Höhe der Brücke.

Die Pyramidenstränge werden Sie auf allen folgenden Schnitten vorn zwischen den Oliven liegen sehen (s. die Figuren der folgenden Vorlesung). Schliesslich werden sie weiter oben von den Querfasern der Brücke überdeckt und zerspalten. Wie sie später wieder aus der Brücke auftauchen und durch den Hirnschenkel in die innere Kapsel ziehen, wurde in früheren Vorlesungen wiederholt gezeigt. Auch dass die secundäre Degeneration, welche nach Unterbrechung der Pyramiden im Gehirn von da abwärts steigt, in der Oblongata in den Hinterseitenstrang der gekreuzten Rückenmarkshälfte und in den gleichseitigen Vorderstrang gelangt, wurde bereits erwähnt.

Die Gelegenheit, den Verlauf des Pyramidenstranges zu verfolgen, wird sich Ihnen, meine Herren, nicht allzu selten bieten, wenn Sie bei der Autopsie von länger bestehenden cerebralen halbseitigen Lähmungen Querschnitte durch den Hirnschenkel, die Brücke, die Medulla oblongata und das Rückenmark machen. Die graue Pyramide auf der erkrankten Seite wird sich meist deutlich von der weiss gebliebenen der anderen Seite abheben; im Rückenmark wird sich im hinteren Theil des gekreuzten Seitenstranges eine graue verfärbte Stelle finden.

Auf der Strecke, wo die Pyramidenkreuzung stattfindet, treten in den Hintersträngen Veränderungen ein. Mitten in ihnen zeigen sich, zuerst im innern, dann auch im äusseren Hinterstrang Kerne grauer, Ganglienzellen führender Massen, die Kerne des zarten Stranges und des Keilstranges. Diese Kerne verschmelzen mit der grauen Substanz, welche dadurch ihre Form sehr wesentlich ändert. (In Fig. 107 sind die ersteren, auf Fig. 108 auch die des Keilstranges schon zu sehen.)

Wahrscheinlich enden allmälig alle Hinterstrangfasern in diesen Kernen. Aus den Kernen aber dringen massenhaft Fasern durch die graue Substanz nach vorn und kreuzen sich (über der Pyramidenkreuzung) mit denen der anderen Seite. Ihre Fasern gelangen später in die Schleife und deshalb hat man die obere Pyramidenkreuzung auch Schleifenkreuzung genannt.

Es ist nicht so ganz leicht, sich am ausgebildeten Organ von der Existenz der Schleifenkreuzung mit absoluter Sicherheit zu überzeugen. Wohl aber bleibt kein Zweifel mehr, wenn man Schnitte durch die Me-

dulla oblongata von Früchten aus dem 7. Schwangerschaftsmonate macht. Dort stören die sich kreuzenden markhaltigen Fasern der Pyramiden noch nicht die Klarheit des Bildes, dort treten die allein Markscheiden führenden Hinterstrangfasern deutlicher hervor. Zunächst sieht man wesentlich nur Fasern aus den Kernen der Burdach'schen Stränge austreten, im 9. Monat aber kann man etwas höher oben auch die Kreuzung der Fasern aus den Kernen der Goll'schen Stränge erkennen.

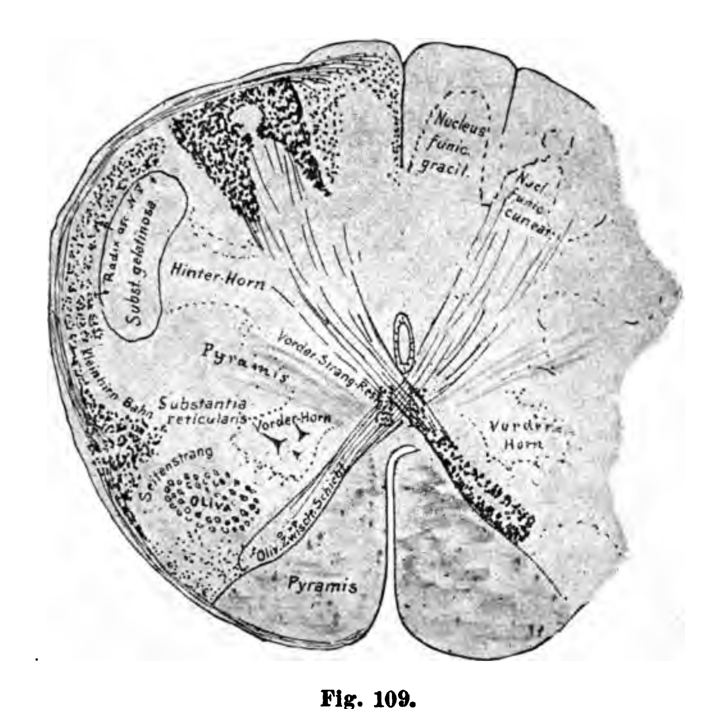


Fig. 109.

Schnitt durch den Anfangstheil der Oblongata einer menschlichen Frucht aus der 26. Schwangerschaftswoche. Man sieht die Züge aus den Burdach'schen Strängen zur Schleifenkreuzung und die später zu schildernden Fibrae arciformes externae posteriores aus den Goll'schen Strängen. Zu beachten die Lage der Kleinhirnseitenstrangbahn.

Wollen Sie den vorstehend abgebildeten Schnitt zur Orientirung mit Fig. 107 und 108 vergleichen. Hinter dem Centralkanal liegt die sehr breit gewordene graue Substanz. In dem zarten Strang ist sein Kern aufgetreten, im Keilstrang ebenso, beide sind in Continuität mit der grauen Substanz. Nach aussen von ihnen liegt, von einer dünnen Schicht markhaltiger Fasern umgeben (Radix ascendens N. trigemini) die Substantia gelatinosa des Hinterhorns. Der Raum nach vorn von ihr, welcher auf Fig. 108 von den dunklen Pyramidenfasern eingenommen ist, ist hell, weil jene noch ohne Mark sind. Markhaltig sind die Vorderseitenstrangreste und die Kleinhirnbahn an der Peripherie des Seitenstranges.

Nun sehen Sie aus den Hinterstrangkernen sich Fasern entwickeln, welche im Bogen (Fibrae arciformes internae) durch die graue Sub-

stanz ziehen, vor dem Centralkanal kreuzen und sich als dicke Schicht dorsal von der dort bereits gekreuzten Pyramide hinlegen. Das Gebiet, welches sie erfüllen, ist dasjenige der Vorderseitenstränge des Rückenmarkes. Die Hauptmasse der in diesen aufsteigenden bereits gekreuzten sensorischen Bahnen geräth dadurch nach rückwärts und auch nach aussen von diesen neuen Ankömmlingen. So füllt die **nun vereinte gekreuzte sensorische Bahn** allmälig das ganze Areal aus, das zwischen den beiden in dieser Höhe der Oblongata aufgetretenen neuen grauen Massen, den

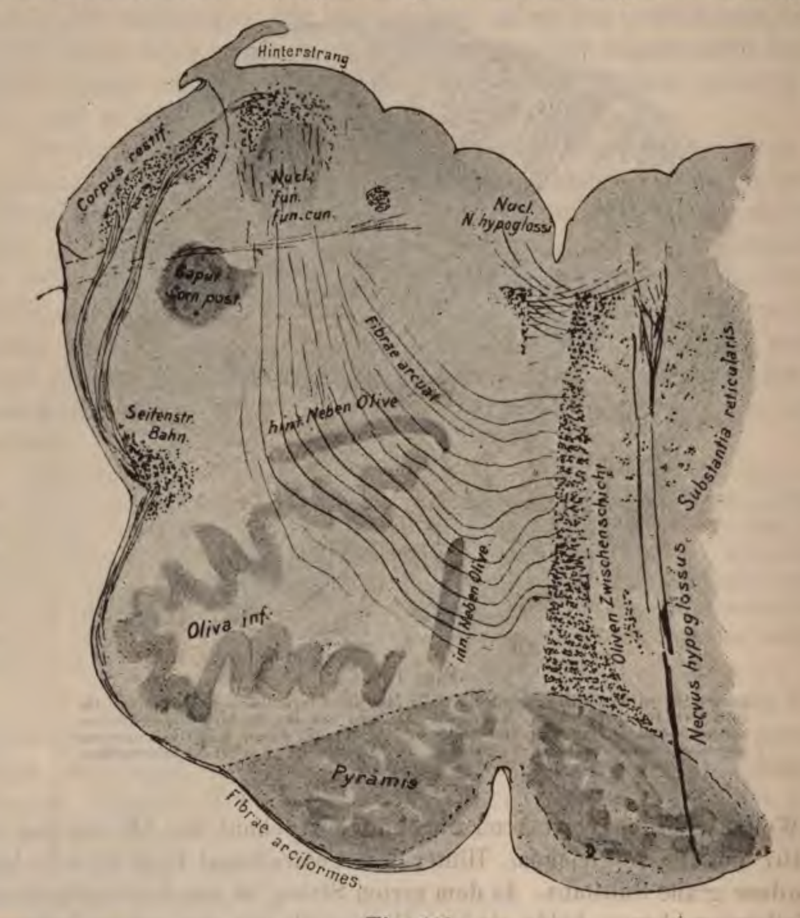


Fig. 110.

Schnitt durch die Oblongata einer Frucht aus der 26. Schwangerschaftswoche. Die markhaltigen Fasern durch Hämatoxylin gefärbt. Die linke Olivenzwischenschicht und die Radix ascendens N. trigemini sind nicht eingezeichnet. Im Corpus restiforme ist nur der Rückenmarkstheil markhaltig. Fibrae arciformes = Fibr. arc. ext. ant. Die Fibr. arc. ext. post. oben links aussen zwischen Corpus restiforme und Hinterstrang.

Oliven (Olivae inferiores) liegt. Je höher man in der Oblongata aufwärts steigt, um so mehr verarmen die Hinterstränge an Fasern. Allmälig gelangen alle durch Fibrae arcuatae in die Schleifenkreuzung und so auf die entgegengesetzte Seite, nahe der Mittellinie, wo sie die **Olivenzwischenschicht**, oder, wie wir sie von jetzt an nennen wollen, die

Schleifenschicht bilden. Denn die Fasern dieser Schicht steigen zur Schleife des Mittelhirns empor.

Man hat vielfach behauptet, die Hinterstrangfasern gingen nicht diesen Weg, ihre Mehrzahl trete vielmehr in die Oliven und von da durch den unteren Kleinhirnarm in das Cerebellum. Meine Untersuchungen haben mich aber gelehrt, dass alle, oder doch fast alle so verlaufen, wie ich es Ihnen angab. In dem Entwicklungsstadium, von dem ich eben sprach, sind die Oliven und ihre ganze Umgebung noch ohne jede markhaltige Faser. Deswegen kann man sich leicht überzeugen, dass die Hinterstrangfasern mit ihnen gar nichts zu thun haben, sie nur durchschneiden. Der in Fig. 110 abgebildete Querschnitt durch eine höhere Ebene der gleichen fötalen Oblongata wie Fig. 109 zeigt das deutlich. Sie sehen, dass die Fasern durch die in dieser Höhe als gefaltetes Markblatt ausgebildete Olive hindurch in die Kreuzung der Mittellinie (Raphe-Fortsetzung der Schleifenkreuzung) treten.

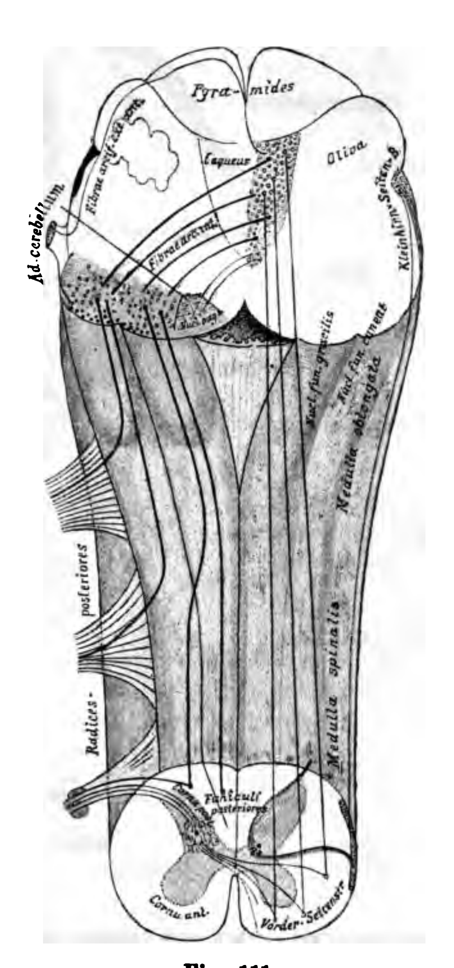


Fig. 111.
Schema des Verlaufes der sensorischen Bahn von den Hinterwurzeln bis zum verlängerten Mark.

In Fig. 111 lege ich Ihnen ein Schema des Verlaufes der sensorischen Fasern vor. Wollen Sie an diesem vom Wurzeleintritt ausgehend den Verlauf der einzelnen Züge verfolgen und schliesslich constatiren, wohin jeder einzelne in der Oblongata geräth. Wollen Sie namentlich beachten, wieso in der letzteren die Bahnen, welche im Rückenmarke schon kreuzen und die, welche dort ungekreuzt aufsteigen, in einem Querschnittsfeld zusammenkommen.

So hätten wir jetzt zwei wichtige Kreuzungen kennen gelernt: die Pyramidenkreuzung und die Schleifenkreuzung. In der ersteren werden motorische Fasern verlagert, in der zweiten sind es Bahnen, die der Sensibilität dienen.

Zwei grosse neue Faserareale sind entstanden, ventral, also unten an den Oblongataabbildungen, das Pyramidenbündel und dorsal von diesem die Schleifen- oder Olivenzwischenschicht. Bis hoch hinauf unter die Vierhügel werden wir beide an gleicher Stelle verfolgen können.

Das Areal der Schleifenschicht ist beim reifen Menschen viel faserreicher als es in den eben demonstrirten Abbildungen von Föten erscheint.

Bei den letzteren sind alle die Fasern aus den Vorderseitensträngen noch nicht markhaltig, welche zur sensorischen Bahn gehören, und nur erst die aus den Hinterstrangkernen stammenden Züge deutlich.

Durch die beiden Kreuzungen ändert sich das Querschnittsbild ganz wesentlich. Dazu kommt noch, dass die graue Substanz, wie ich gleich eingehender zeigen will, auch ihre Gestalt ändert, dass neue graue Massen

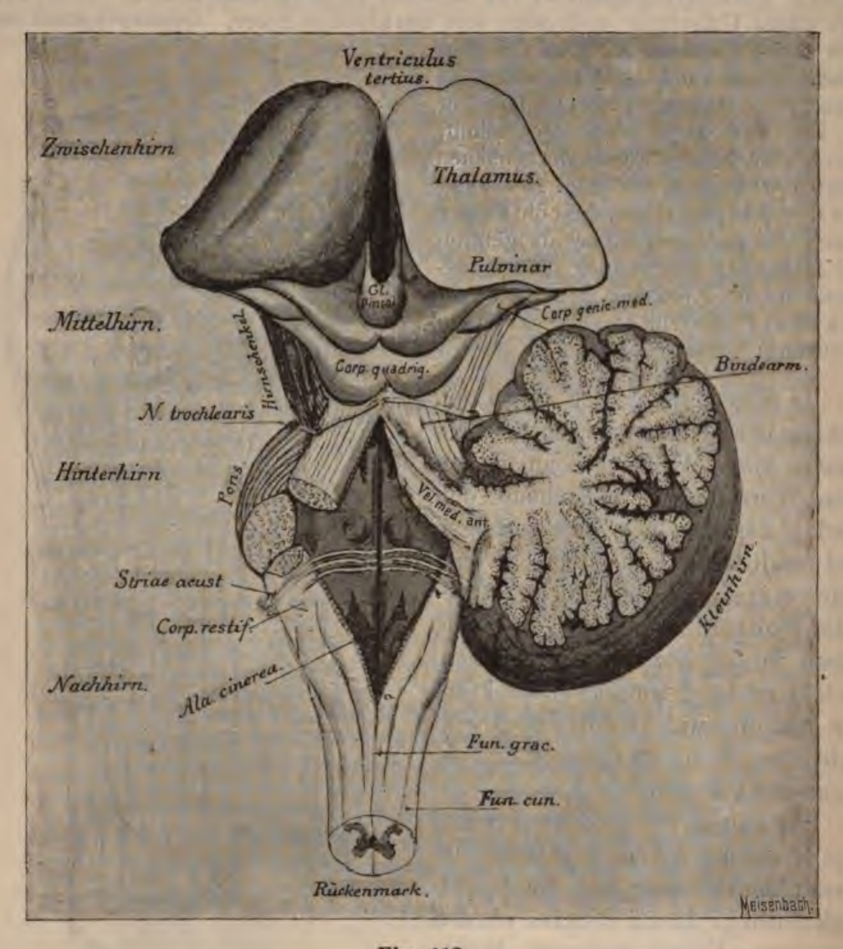


Fig. 112.

Das Hinter- und Nachhirn durch Wegnahme ihres Daches eröffnet. Velum med. ant. und Cerebellum noch sichtbar. Velum med. post. längs der gestrichelten Linie *a b* abgetrennt.

in der Oblongata auftreten; drei von ihnen, die beiden Hinterstrangkerne und die Olive haben wir ja bereits jederseits kennen gelernt. Vor allem aber ändert sich auch die äussere Form sehr. Da allmälig die Hinterstrangfasern unter Einschaltung der Kerne nach vorn abbiegen, wird die graue Substanz ihrer Kerne schliesslich ganz blos gelegt, sie liegt fast frei an der Dorsalfläche des Markes. Nun weichen aber die Hinterstränge in den Höhen der Oblongata auch etwas auseinander. So kommt die cen-

trale graue Substanz frei an die Hinterfläche des Rückenmarkes. Nur ein dünnes Blatt grauer Substanz trennt den Centralkanal noch von der freien Oberfläche. Dieser hat sich bei dem Auseinanderweichen der Hinterstränge sehr verbreitert und heisst von nun an Ventriculus quartus. Das dünne ihn bedeckende Blättchen, sein Dach, heisst Velum medullare posticum. Es geht weiter vorn in das Kleinhirn über. An dem Längsschnitt Figur 56 sehen Sie die Zusammensetzung des Hinter-Nachhirndaches aus Velum medullare posticum, Cerebellum und Velum medullare anticum. Dicht am Beginne des Ventriculus quartus ist im Velum medullare posticum ein Loch, das von aussen her in den vierten Ventrikel führt. Es ist das bereits erwähnte Foramen Magendii, durch das die Flüssigkeit in den Ventrikeln mit derjenigen communicirt, welche aussen zwischen Pia und Mark, in den Spalträumen der Arachnoidea das ganze Centralnervensystem umspült.

Auf der vorstehenden Figur 112 ist dies ganze Dach weggenommen, sodass man von oben frei in den Ventriculus quartus blicken kann. Sein Boden wird hinten von den auseinanderweichenden Hintersträngen, vorn von den Bindearmen, welche nach den Vierhügeln zu convergiren, begrenzt. So erhält er die eigenthümliche Gestalt, welche ihm den Namen Rautengrube eingetragen hat.

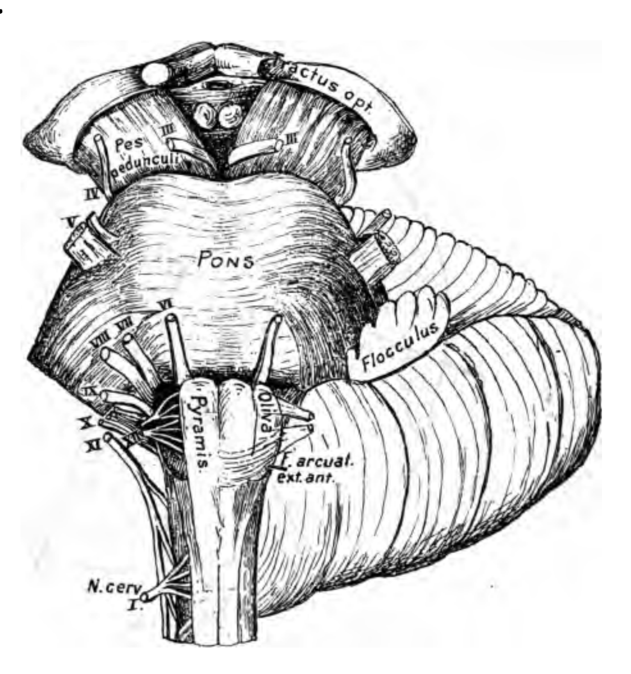


Fig. 113. Medulla oblongata, Pons, Cerebellum und Hirnschenkel von vorn; zur Demonstration des Ursprunges der Hirnnerven.

Die in Fig. 112 abgebildete Ansicht der Oblongata von hinten lässt erkennen, dass nach oben die Hinterstränge verschwinden, dass an ihrer Stelle der untere Kleinhirnarm, das Corpus restiforme (s. u.) auftritt. Die Anschwellung im oberen Theil der inneren Hinterstränge heisst Clava; sie wird durch die Einlagerung des Nucleus funiculi gracilis bewirkt.

Eine Vorderansicht der Medulla oblongata (Fig. 113) zeigt zunächst die dicken aus dem Rückenmarke auftauchenden Stränge der Pyramiden. Nach aussen von ihnen befinden sich, in die Verlängerung der Seitenstränge eingebettet, die Oliven, als zwei ziemlich mächtige Anschwellungen.

Nicht weit über ihnen legen sich die mächtigen Fasern des Pons quer vor die Pyramiden. In der Verlängerung des Vorderwurzelaustrittes nach oben tritt zwischen Olive und Pyramide der Nervus hypoglossus (*XII*) aus dem verlängerten Mark. Der Nervus accessorius Willisii (*XI*) entspringt vom Halsmark bis hoch hinauf zur Oblongata seitlich, nach aussen von den Oliven, mit zahlreichen Fädchen. Ueber ihm gehen, in der Verlängerungslinie seines Austritts, der Nervus vagus (*X*) und der Glossopharyngeus (*IX*) ab. Dicht hinter den Brückenfasern entspringen seitlich der Nervus acusticus (*VIII*) und der Nervus facialis (*VII*). Der 6. Hirnnerv, der Abducens, liegt nach innen vom Ursprungsort der beiden letztgenannten Nerven. Aus der Tiefe der Brückenfasern taucht der Trigeminus (*V*) hervor. Ueber den Ursprung des Nervus trochlearis (*IV*) und des Nervus oculomotorius (*III*) wurde früher bereits berichtet. Der erstere kommt hinter den Vierhügeln aus dem Velum medullare posticum, der zweite ventral aus den Hirnschenkeln heraus.

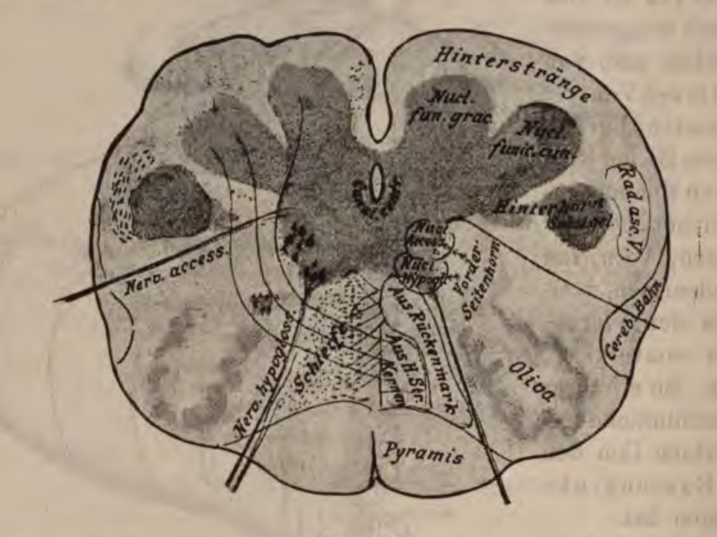


Fig. 114.
Schnitt durch die Oblongata in der Höhe der hintersten Hypoglossuswurzeln. Schema.

Wir haben vorhin die Betrachtung des Oblongataschnittes da abgebrochen, wo der Centralkanal sich zur Rautengrube erweitert. Schon vorher sind in seiner Umgebung die ersten Kerne der Hirnnerven aufgetreten. Aus Zellen des lateralen Theiles des Vorderhornes kommen die Accessoriusfasern und aus einer ventral von ihnen gelegenen Stelle, die etwa dem Ansatz des früheren Vorderhornes entspricht, Nucleus hypoglossi, entwickeln sich die Hypoglossuszüge.

In beistehender Figur ist das schematisch angedeutet. Wenn Sie sich nun an der Hand dieser Zeichnung vorstellen, wie der Centralkanal durch Auseinanderweichen der Hinterstränge sich verbreitert, zum Ventriculus quartus wird, so begreifen Sie leicht, dass von nun an alle Nervenkerne

am Boden dieses Ventrikels, in der Rautengrube liegen müssen. Der folgende Schnitt Fig. 115 lässt das denn auch deutlich erkennen. Nach aussen von den Kernen liegen die sehr faserarm gewordenen Hinterstränge mit ihren Kernen. Das Hinterhorn, kenntlich an der Substantia gelatinosa seines Kopfes, ist ganz abgetrennt, aber auch der basale Theil des Seitenhorns, aus dem die Fasern des motorischen Accessorius kamen, verliert kurz über der abgebildeten Schnitthöhe den Zusammenhang mit dem compacten Theil der grauen Substanz. Er erhält sich als eine ganglienzellenreiche Säule ventral von derselben bis hoch hinauf in die Brücke und giebt, wenn der Accessorius ganz ausgetreten ist, Fasern zum Vagus (und Glossopharyngeus?) ab, die erst dorsal steigen und dann zu dem betreffenden Nervenstamme abbiegen (motorischer Vagus- etc. Kern). Höher oben werden wir ihm wieder als Facialiskern begegnen. Sie können sich also merken, dass ausser dem Hypoglossus und den Augenmuskelnerven alle motorischen Fasern der Hirnnerven aus der Verlängerung der Seitenhornbasis des Rückenmarkes entspringen.

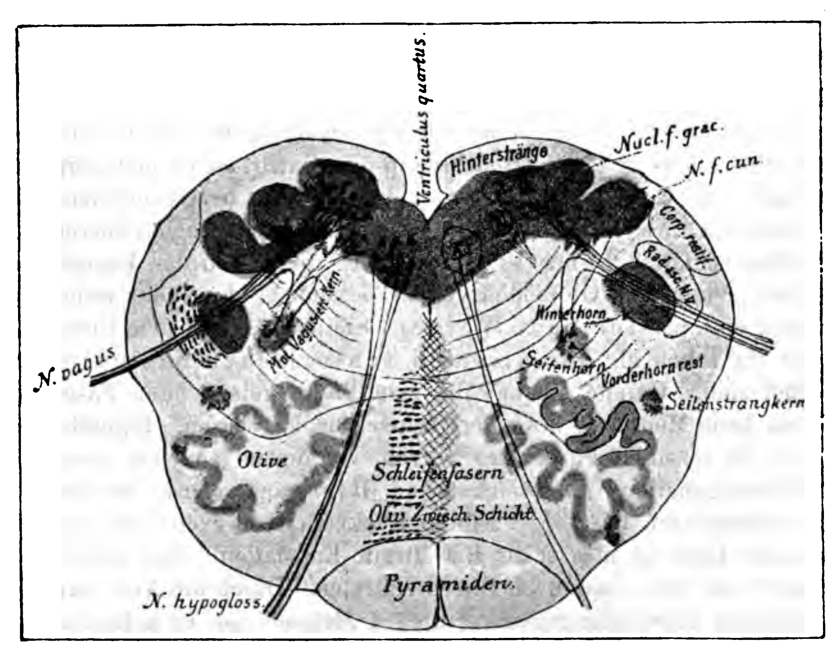


Fig. 115.
Schnitt durch die Oblongata in der Höhe des Vagusaustrittes (schematisirt).

Wollen Sie noch auf Fig. 115 bemerken, wohin der Rest des Vorderhornes gerathen ist und wie sehr die Oliven an Umfang zugenommen haben. Wenn das Seitenhorn abgetrennt ist, tritt dort, wo früher das Hinterhorn inserirte, also in einer Gegend, in der im Rückenmark Kerne sensibler Nerven lagen, ein neuer grosser Nervenkern auf, mit spindelförmigen Zellen, welche denen des Hinterhornes ganz ähnlich sind, der

sensorische Kern des Nervus vagus. Er liegt am Boden der Rautengrube nach innen von der Ala cinerea (s. Fig. 112) und reicht nach vorn bis etwa dahin, wo dort die mittlere der weissen Querlinien verläuft. Aus diesem vorderen Ende entspringt der Nervus glossopharyngeus. Der Nucleus glossopharyngei ist vom Nucleus vagi nicht scharf zu trennen. Für den Vagus haben wir also jetzt zwei Kerne kennen gelernt, einen ventralen, der nach seiner Lage (in der Verlängerung eines Vorderhornabschnittes) und nach dem Aussehen seiner Zellen (multipolar mit Axencylindern) motorisch ist, und einer dorsalen, der, in der Verlängerung der grauen Substanz an der Hinterhornbasis liegend, auch durch seinen Bau als sensorischer Kern angesprochen werden darf. Der erstere dieser Kerne wird auch als Nucleus ambiguus bezeichnet. Die aus ihm entspringenden Fasern treten alle dorsalwärts und schliessen sich dann erst, im Knie abbiegend, der gestreckt austretenden viel stärkeren sensiblen Wurzel an (s. Fig. 115). Ausser von diesen beiden Kernen erhält der Vagus auch noch Fasern aus mindestens zwei anderen Stellen. Vom oberen Halsmark ab kann man ein feines Strängchen erkennen, das sich in die Oblongata hinauf bis dahin verfolgen lässt, wo die letzten Glossopharyngeuswurzeln abgehen. An seiner medialen Seite liegt eine Säule gelatinöser Substanz, in die spärliche Zellen eingebettet sind. Aus ihr erwächst dem Stämmchen sein Faserzuwachs. In der Höhe der Vaguswurzeln beginnt es, zu diesen Fasern abzugeben, und es setzt sich dann dies Entströmen von Fasern durch alle Vagus- und Glossopharyngeuswurzeln fort. Man bezeichnet den Strang als gemeinsame aufsteigende Vago-Glossopharyngeuswurzel.[1]) Er ist im Querschnitt auf Fig. 110 und Fig. 118 dorsal von den Vaguswurzeln zu sehen. Vagus und Glossopharyngeus bekommen dann sehr wahrscheinlich noch eine absteigende Wurzel. Sie stammt aus dem Cerebellum, wo wir ihr schon als der directen sensorischen Kleinhirnbahn begegnet sind. Gerade die aus ihr zum Vagus gelangenden Fasern sind übrigens beim Menschen besonders schwer nachzuweisen. Eigentlich entspringen die sensiblen Fasern der Nerven, von denen ich eben sprach, aus dem Wurzelganglion, aus welchem sie (His) ganz ebenso cerebralwärts weiter auswachsen wie die sensiblen Rückenmarksnerven. Der erwähnte sensorische Kern ist also schon ihre zweite Endstation. Man sieht in seine ventrale Seite viele Fasern im Bogen eintreten. Durch die Anwendung der vergleichend entwicklungsgeschichtlichen Methode ist es gelungen nachzuweisen, dass diese gekreuzt aus der Schleifenschicht der anderen Seite stammen. So haben wir also für den sensiblen Vagus (und das gleiche gilt vom Glossopharyngeus) wieder das Schema der sensiblen Nerven: Nerv, erster Kern im Spinalganglion; Wurzel, zweiter Kern (sens. Vaguskern), gekreuzte aufwärts führende centrale Bahn.

Der Hypoglossuskern besteht aus mehreren Gruppen von Ganglienzellen, die alle unter sich durch ein feines Netzwerk verbunden sind. Aus

---

1) Gierke's Respirationsbündel.

den grossen multipolaren Zellen entwickeln sich feine Reiserchen, die pinselartig zusammentretend, eine Anzahl von Nervenstämmchen constituiren.

Aus dem Kern entwickeln sich, ganz wie aus dem Vorderhorn, Fasern, Fibrae afferentes, welche über die Mittellinie hinweg treten, sie gelangen aber nicht weit auf die andere Seite, sondern ziehen, in der Raphe gekreuzt hirnwärts, um sich innerhalb der Brücke mit anderen (aus dem Facialiskern) zu vereinen. Das ganze Bündelchen gelangt dann in die Pyramide des Hirnschenkelfusses. Ist auch dieser Verlauf etwas abweichend von dem, welchen wir an den centralen motorischen Bahnen im Rückenmark

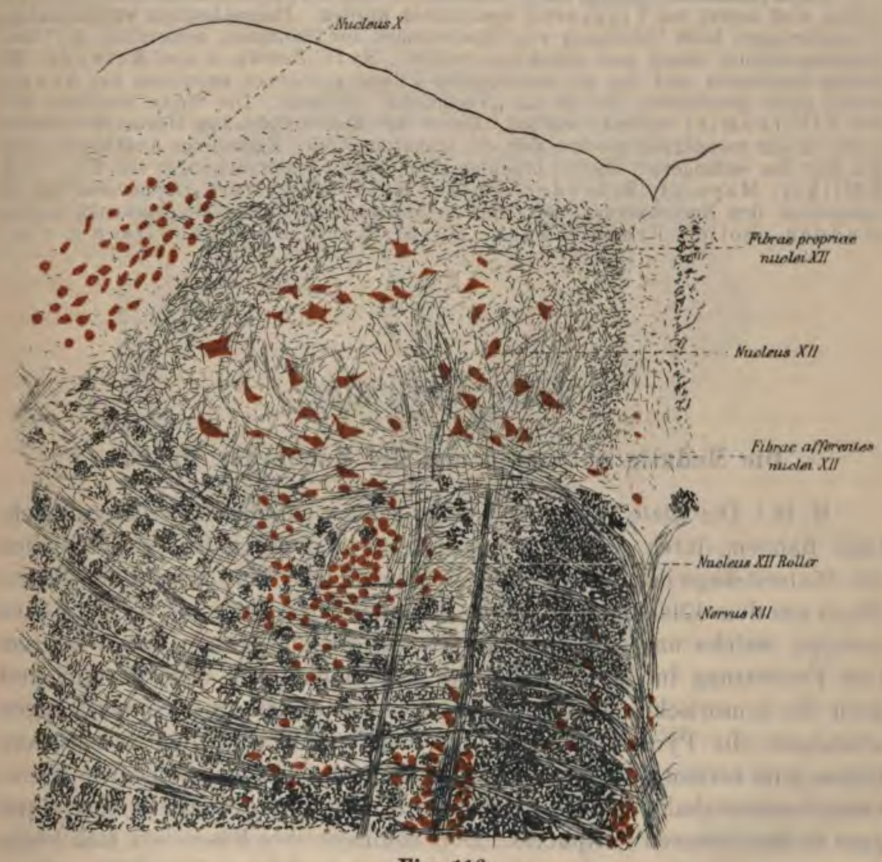


Fig. 116.
Frontalschnitt durch den Kern des Nervus hypoglossus. Nach Koch.

kennen gelernt, so ist er im Wesen doch der gleiche: Wurzel, Kern, gekreuzte Bahn zur Pyramide.

Das Netz, welches den Hypoglossuskern in seinen einzelnen Theilen verbindet, ist von besonderem Interesse; es kommt in dieser Art an keinem anderen Nervenkern vor. Es giebt aber auch keinen anderen Nerven, dessen Fasern immer so gleichzeitig und übereinstimmend in Action [illegible] die Hypoglossusfasern beim Schluckacte.

Da ich Ihnen heute wesentlich schematisirte Abbildungen vorlegen musste, so wird es zweckmässig sein, wenn Sie zum Schluss der Vorlesung noch einen Blick auf die umstehende Abbildung des Hypoglossuskernes werfen. In allem Reichthum seiner Fasern und Zellen hat ihn Koch, dem wir die Kenntniss des Netzes verdanken, abgebildet.

Ventral vom Kerne liegen noch einige Zellanhäufungen (Roller's Hypoglossuskern), aus denen aber beim Menschen schwerlich Hypoglossusfasern stammen.

Die Pyramidenkreuzung wurde bereits 1710 von Francois Petit entdeckt. Die Oliven sind zuerst von Viensseus beschrieben worden. Makroskopisch wahrnehmbare Veränderungen beim Uebergang vom Rückenmark zur Oblongata, namentlich die Oberflächengestaltung kennt man durch Santorini, Reil, Burdach und Rolando, die Nuclei arciformes und die sie bedeckenden Fibrae arciformes anteriores hat Arnold zuerst genau geschildert, der sie als „Vorbrücke" auffasste. Die Striae acusticae sind von Picolhomini entdeckt worden. Ueber ihre Beziehungen zum Hörnerven bestand schon in der vormikroskopischen Zeit ein lebhafter Streit. Eigentliche Aufklärung über den Bau des verlängerten Markes brachten aber erst die Untersuchungen von Stilling, Kölliker, Meynert, Schröder von der Kolk und Deiters. In neuerer Zeit ist namentlich den Nervenkernen dort eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt worden (Gudden, Roller, Freud, Laura, Duval, Koch, Darkschewitsch u. v. A).

Elfte Vorlesung.

Die Medulla oblongata und die Haube der Brücke.

M. H.! Die letzte Vorlesung hat Sie gelehrt wie durch Verlagern mächtiger Bahnen, durch Auftreten neuer Kerne und durch das Verschwinden der Hinterstränge die Oblongata sich ausbildet. Eine Anzahl von Faserzügen aus dem Rückenmarke haben wir aber noch nicht bis in die Höhen verfolgt, welche uns eben beschäftigen. Die Hinterstränge haben indirect ihre Fortsetzung in der Schleifenschicht gefunden, und eben dorthin sind auch die sensorischen Fasern gelangt, welche in den Vorderseitensträngen aufsteigen: die Pyramidenbahnen aus dem Vorder- und dem Seitenstrang liegen jetzt vereint ventral als dicke Pyramiden der Oblongata. Die Kleinhirnseitenstrangbahn behält bis hinauf in die Höhe der Olive ihre Lage ganz an der äusseren Peripherie. Dort beginnen ihre Fäserchen sich leicht ansteigend dorsalwärts dem Cerebellum zuzuwenden. Sie bilden dann bald den Kern eines mächtigen Bündels, das in dieser Höhe neu auftritt, des hinteren Kleinhirnarmes, Corpus restiforme.

Das Corpus restiforme entsteht nach aussen von dem oberen Ende der Hinterstränge zunächst dadurch, dass die Kleinhirnseitenstrangbahn dort, wie erwähnt, hinauf zum Kleinhirn zieht. Zu ihr nun treten als Verstärkung Fasern aus den Hintersträngen, welche, wie Sie an Fig. 117 und auch an Fig. 110 (links oben) sehen, ihr um die hintere äussere Peripherie der Oblongata herum zuwachsen, Fibrae arciformes externae poste-

riores. Auch von vorn her gelangen Fasern dorthin. Diese, die F. arc. ext. anteriores, stammen wahrscheinlich aus der Schleifenschicht zwischen den Oliven, also aus den gekreuzten Hintersträngen, treten nahe der Mittellinie vorn an die Oberfläche und schlagen sich um die Pyramiden herum nach hinten aussen zum Corpus restiforme. Die letzteren Fasern hat man auch als Fibrae arciformes der Pyramiden bezeichnet (Fig. 113 von vorn). In sie ist ein kleiner Kern, der Nucleus arciformis Fig. 118) eingelagert. So wachsen dem Corpus restiforme aus dem Rückenmarke zu 1. die Kleinhirnseitenstrangbahn, 2. Fasern der gleichseitigen Hinterstränge, 3. Fasern wahrscheinlich aus den gekreuzten Hintersträngen [1]).

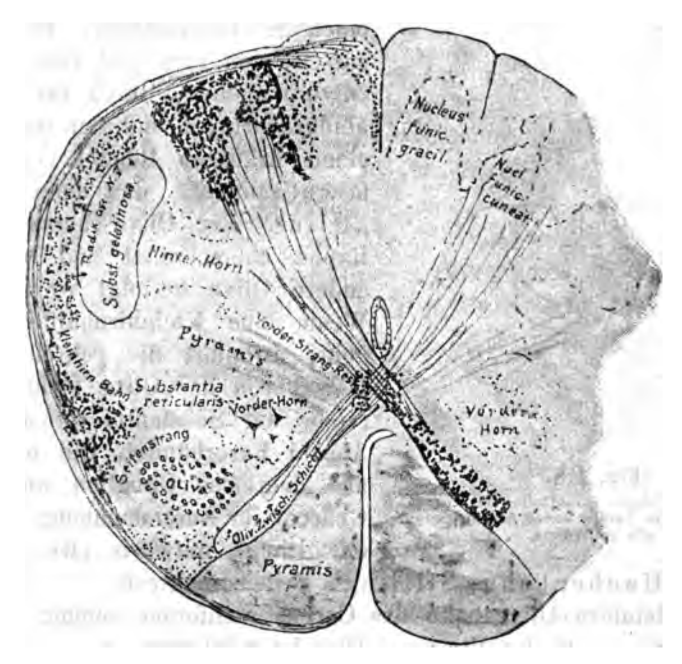


Fig. 117.
Schnitt durch die Oblongata einer Frucht aus der 26. Woche.

In dem Fig. 110 abgebildeten Entwicklungsstadium sind nur die Rückenmarksfasern markhaltig. Sie können sich daher an diesem Schnitt gut über Lage und Ausdehnung dieses Theiles des unteren Kleinhirnarmes orientiren. Die verschiedenen Arten der Fibrae arcuatae s. auch Fig. 118.

Im Corpus restiforme ist aber ausser den Rückenmarksfasern noch ein zweites viel mächtigeres System enthalten, das, weil es sich viel später als das erste mit Markscheiden umkleidet, von diesem getrennt werden muss. Es sind Fasern zur Olive der gekreuzten Seite. Da sie aus dem Kleinhirn kommen, und nicht mit Sicherheit unterhalb der

1) Die sub 3 genannten Fasern bekommen Monate vor den Pyramiden und den Oliven, wahrscheinlich gleichzeitig mit den Hintersträngen ihr Mark.

Oliven nach dem Rückenmark hin verfolgt werden können, wollen wir sie einstweilen Kleinhirn-Olivenfasern des Corpus restiforme nennen. Erst durch sie wird der untere Kleinhirnschenkel zu einem mächtigeren Gebilde, als er sich in Fig. 110 darstellte, wo er nur aus Rückenmarksfasern bestand.

Die Olive, ein Markblatt, dessen gefältelte Querschnitte Sie bereits auf vielen Abbildungen gesehen haben, die ich Ihnen vorlegte, besteht aus Gliamasse, in welche zahlreiche kleine Gangiienzellen eingelagert sind. In welche Beziehung diese Zellen zu den Nervenfasern treten, welche in die Olive gelangen, ist noch unbekannt.

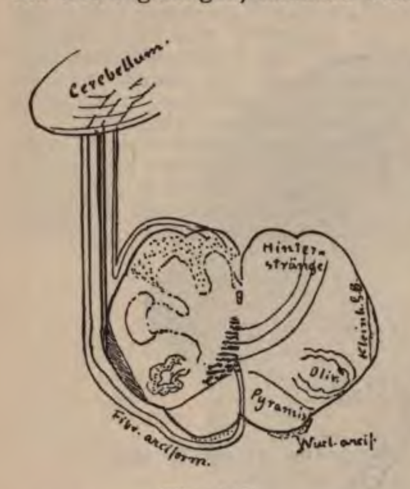


Fig. 118.
Ursprung des Rückenmarkstheiles des Corpus restiforme. Die Fasern enden zumeist oder alle im Wurme.

Aus dem Corpus restiforme treten mächtige Fasermassen, welche von aussen, von vorn und von hinten die Olive umgeben, durch ihr Markblatt hindurchdringen und sich im Innern zu einem kräftigen Bündel von Nervenfasern sammeln, das dann aus dem „Hilus“ der Olive heraustritt, die Raphe überschreitet und bis in die andere Olive verfolgt werden kann. Wenn eine Kleinhirnhälfte verloren geht, atrophirt die gekreuzte Olive. Dorsal von der Olive ziehen im Bereiche der Substantia reticularis eine Anzahl Faserbündel, die mit Fasern aus dem das Ganglion umgebenden Geflecht im Zusammenhang stehen, in der Haube aufwärts (Bechterew's centrale Haubenbahn, Stilling's Seitenstrangrest).

Die Kleinhirn-Olivenbahn des Corpus restiforme kommt wesentlich von der Aussenseite des Vliesses. Dies ist wiederum durch den Nucleus dentatus Cerebelli, den es umgiebt, hindurch mit dem Bindearm in Zusammenhang. So können wir uns vorstellen, dass die Olive, das gekreuzte Corpus restiforme, das Vliess, der Bindearm und der rothe Haubenkern wieder der gekreuzten Seite ein Fasersystem bilden. Manches, namentlich Experimente an Thieren, spricht dafür, dass diese Bahn für die Erhaltung des Körpergleichgewichtes von grosser Wichtigkeit ist.

Viele Untersucher glauben der gewichtigen Ansicht Meynert's folgend, dass die Kleinhirnolivenbahn die Fortsetzung der Hinterstrangfasern sei, welche sich in die Olive einsenkten und dann dieselbe verliessen, um als Corpus restiforme zum Cerebellum zu ziehen. Wir haben aber früher gesehen, dass die Hinterstränge zwar durch die Fibrae arcuatae in die Olivengegend gelangen, ja die Olive vielfach durchschneiden, dass sie aber mit den eigentlichen Olivenfasern nichts zu thun haben, sondern in der Schleifenschicht enden.

In der Höhe der Oblongata, wo der Vaguskern liegt, sind die meisten Rückenmarksfasern in das Corpus restiforme getreten. Ebenso enthält dasselbe dort schon einen Theil der Olivenbahn. Als dickes Bündel liegt es nach aussen von den letzten Resten der Hinterstränge.

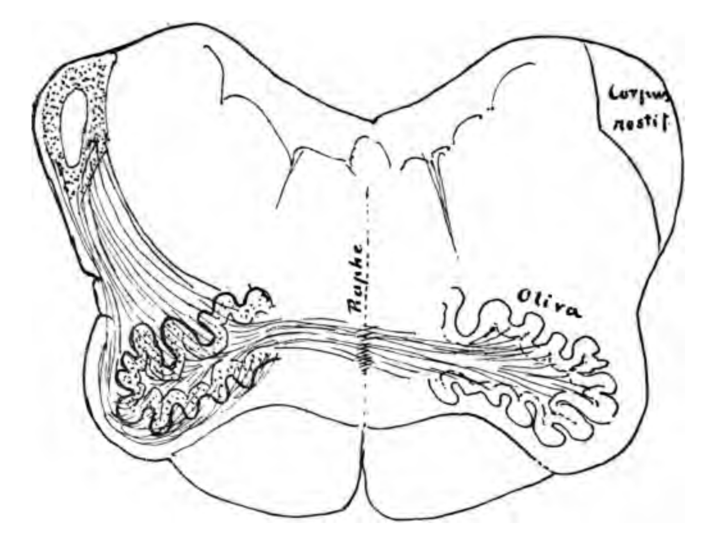


Fig. 119.

Der Kleinhirn-Olivenantheil des Corpus restiforme. Die Fasern enden zumeist im Vliess des Corpus dentatum. Das weiss gelassene Feld im linken Corpus restiforme giebt die Lage des Rückenmarksantheils an.

Es ist jetzt dasjenige Querschnittsbild entstanden, welches für die Oblongata typisch ist. Lassen Sie uns, nachdem Sie die Mehrzahl der dort vorhandenen Bildungen einzeln kennen gelernt haben, nun einmal dieses Bild in seiner Gesammtheit durchmustern. Manches noch nicht erwähnte wird sich dann auch leicht einfügen.

Ventral liegen die Pyramiden. Das lange dreieckige Feld querdurchschnittener Nervenfasern dicht hinter ihnen ist die Olivenzwischenschicht, die gekreuzte Fortsetzung der hinteren Wurzelfasern. Die Kerne der Hinterstränge liegen, nur noch von wenig Nervenfasern überzogen, dorsal aussen. Zahlreiche Fibrae arciformes internae entspringen dort und dringen, das motorische Feld der Haube, wie die Region zwischen Hinterhorn und Olivenzchwischenschicht heisst, durchsetzend in die Raphe und von da auf die andere Seite.

Ganz den gleichen Verlauf haben eine Strecke weit die Olivenkleinhirnfasern. Auf der Zeichnung sind sie allerdings punktirt, factisch aber sind beim Erwachsenen die beiden Arten von Fibrae arciformes internae nicht zu unterscheiden. Erst die Untersuchung der Markscheidenbildung hat ja ihre Trennung ermöglicht.

In der Mittellinie müssen sich natürlich alle diese Züge mit den von der anderen Seite kommenden kreuzen. Diese Linie mit ihren vielen Kreuzungen heisst Raphe.

Die Olivenzwischenschicht oder Schleife enthält in dieser Höhe ausser den in den Vorderseitensträngen aufgestiegenen Bahnen schon den grössten Theil der aus den Hinterstrangkernen stammenden.

Beachten Sie auf dem Schnitte auch die aus der Schleifenschicht zum Vaguskern der gekreuzten Seite tretenden Fäserchen, sie sind das Analogon der Kreuzungsfasern aus dem Vorderseitenstrang zum Hinterhorn, die centrale Vagusbahn.

Dorsal von der Schleifenschicht begegnen uns zum ersten Male wieder die Ihnen schon von der 7. Vorlesung her bekannten hinteren Längsbündel. Schon im Bereich des ersten Cervicalnerven hätten wir ihre Fasern in der Tiefe des Vorderstranges treffen können.

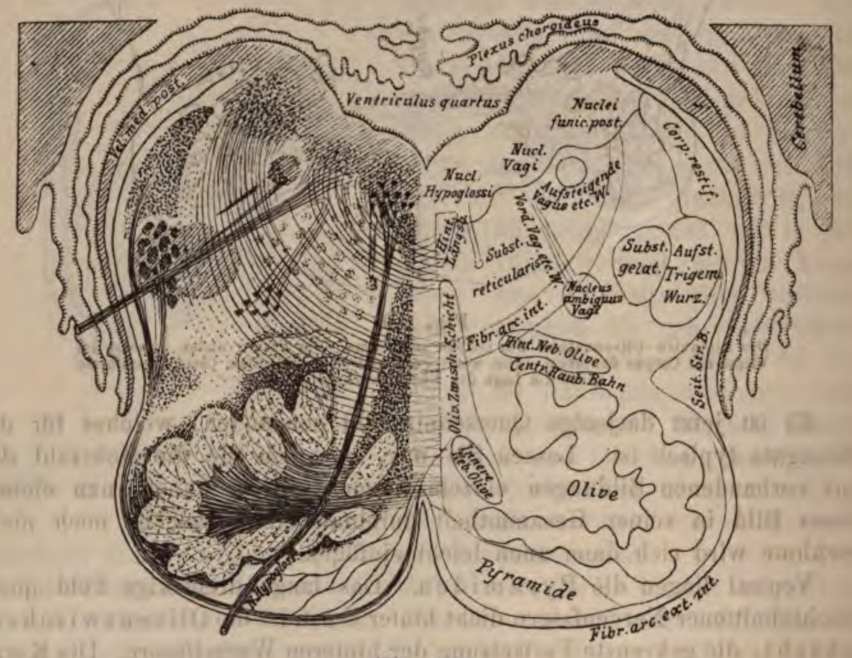


Fig. 120.
Schnitt durch die Medulla oblongata.

Beiderseits aussen von den Pyramiden liegen die unteren Oliven. Sie sind von den Fibrae arciformes durchbrochen, die, wie Sie jetzt wissen, zum Theil in ihnen enden, soweit sie aus dem Cerebellum stammen, zum Theil, soweit sie aus den Hinterstrangkernen kommen, sie nur durchziehen.

Nach innen sowohl als dorsal von der Olive liegen die innere und hintere Nebenolive, Kerne, die ähnlich gebaut sind, wie die Oliven und wie diese von der Fibrae arcuatae durchbrochen werden. Durch die erstere, die innere, treten namentlich die Fasern aus der einen zur anderen Olive, die hintere wird wesentlich von den Hinterstrangfasern durchschnitten, wie das in der Zeichnung angedeutet ist. Die innere Nebenolive heisst auch Nucleus pyramidalis.

Dorsal von der Olive liegt im Bereich der hinteren Nebenolive ein Markfeld, das von nun an mitten in der Haube immer sichtbar bleibt und bis über den Ursprung des Trigeminus hinauf mit Sicherheit verfolgt werden kann.

Die Gesammtheit der Fasern — centrale Haubenbahn — verbindet wahrscheinlich die Olive mit dem Mittelhirn.

Die hintere Peripherie des Schnittes wird eingenommen von den Nervenkernen. Zu innerst liegt der Kern des Nervus hypoglossus, dessen Fasern die Olivengegend durchbrechend ventralwärts dringen (vgl. Fig. 116). Aus der Raphe ziehen zahlreiche Fasern in ihn. Nach aussen folgt dann der gemeinschaftliche sensorische Kern des Accessorius, Vagus und Glossopharyngeus. Gewöhnlich entspringen in dieser Schnitthöhe gar keine Accessoriusfasern mehr. Die Mehrzahl derselben ging schon früher von dem eigentlichen in der Verlängerung des Seitenhorns gelegenen Accessoriuskerne ab. Ein Rest dieses letzteren Kernes liegt als vorderer oder motorischer Vagus- und Glossopharyngeuskern dicht vor dem Hinterhorn. Die ihm entspringenden Fasern machen vor ihrem Austritt ein Knie, um sich zur Wurzel aus dem sensorischen Kern zu gesellen.

Das dünne Bündel querdurchschnittener Nervenfasern, welches nach aussen von dem vorhin genannten sensorischen Kerne liegt, ist die gemeinsame aufsteigende Vago-Glossopharyngeuswurzel.

Nach aussen vom gemeinschaftlichen Kerne der drei Nerven liegen, nur noch von wenigen Nervenfasern bedeckt, die Kerne der Hinterstränge, nach vorn von ihnen finden Sie die Substantia gelatinosa vom Kopfe des Rückenmark-Hinterhorns. Sie ist aussen umschlossen von einem dicken, vielfach zerklüfteten Bündel markhaltiger Nervenfasern, das sie schon vom obersten Halsmarke an begleitet, nach oben aber etwas stärker wird. Dies Bündel kann bis hoch hinauf in die Brücke verfolgt werden. Dort gesellt es sich zu den austretenden Fasern des Trigeminus, geht vielleicht auch mit dessen Kernen Verbindungen ein. Diese Radix ascendens Trigemini wurde bereits früher erwähnt (Fig. 109).

Das Gebiet zwischen den Oliven und den Kernen der Hinterstränge, welches nach aussen von der Kleinhirn-Seitenstrangbahn und der aufsteigenden Quintuswurzel, nach innen von der Schleife begrenzt wird, enthält ausser den zahlreichen Fibrae arciformes internae noch eine Anzahl von Fasern kurzen Verlaufes und ausserdem, zwischen diese gelagert, multipolare zerstreut liegende Nervenzellen. Man bezeichnet diese noch unverstandene Formation als Formatio reticularis und den Bereich, welchen sie einnimmt, als motorisches Feld der Haube. Bei allen Wirbelthieren finden sich hier Zellanhäufungen, die sich bei den meisten bis in die Raphe als zerstreute Häufchen verfolgen lassen. So lange über ihre Bedeutung keine Klarheit ist, wird man gut thun, für die Gesammt-

heit mit Bechterew den Namen Nucleus reticularis tegmenti zu acceptiren.

Bis in die Substantia reticularis können diejenigen Fasern der Vorderseitenstränge verfolgt werden, welche nicht sich der Schleifenschicht anlegen. Möglicher Weise treten sie aber höher oben noch zu ihr.

Wenn man nun weiter Schnitte durch das verlängerte Mark macht, so ändert sich für ca. 2 Mm. das Querschnittsbild wenig. Man sieht, dass der sensorische Vago-Glossopharyngeuskern weit hinaufragend fortwährend aus seinem ventralen Rande Wurzelbündel zur Peripherie sendet, und dass sich aus der aufsteigenden Wurzel dazu hie und da ein Fäserchen gesellt. Nur das Corpus restiforme nimmt jetzt an Umfang enorm zu. Treten doch hier zu ihm aus dem Cerebellum die Olivenfasern herab.

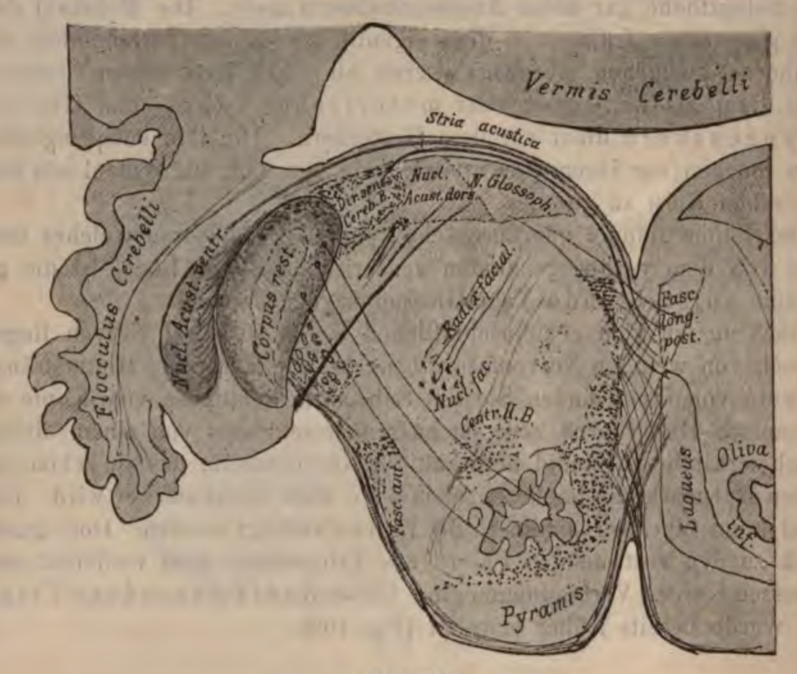


Fig. 121.
Die Zusammensetzung der Oblongata am caudalen Brückenrande.

Die letzten Schnitte vor der Brücke (Fig. 121) zeigen, dass die Hinterstrangkerne fast verschwunden sind, der Glossopharyngeuskern in grosser Breite da liegt, und dass nach aussen von ihm die enorme Fasermasse des Corpus restiforme einen grossen Raum einnimmt. Ihr ist innen ein neues Feld von Querschnitten angelagert, die directe sensorische Kleinhirnbahn. Wo sie begann, ist schwer zu sagen, vielleicht war sie schon innerhalb der Hinterstrangkerne vorhanden. Möglicherweise liegt in diesem Felde noch eine zum Acusticus aufsteigende Wurzel. Aus dem Corpus restiforme ziehen Fasern zu der in diesen Ebenen schon stark verkleinerten unteren Olive. Die Schleife liegt noch wie sie auf

dem letzten demonstrirten Schnitte lag, ebenso die centrale Haubenbahn. Neu aufgetreten sind zwei Kerne. Einer, an der Stelle gelegen, von der unten die motorischen Vagusfasern entsprangen (Fig. 132), sendet seine Fäserchen alle dorsalwärts und nach innen, wo sie sich bald nahe der Mittellinie zu einem Bündel sammeln werden, das ist der Facialiskern. Der zweite Kern liegt nach aussen vom Corpus restiforme. Einstweilen sehen wir in ihn nur Fasern eintreten, welche von dorsalwärts aus der Gegend des eben in dieser Höhe sichtbar werdenden dorsalen Acusticuskernes stammen, in den nächsten Schnitten aber werden Sie erkennen, dass hier ein sehr mächtiges Gebilde vorhanden ist, der ventrale — früher vordere — Kern

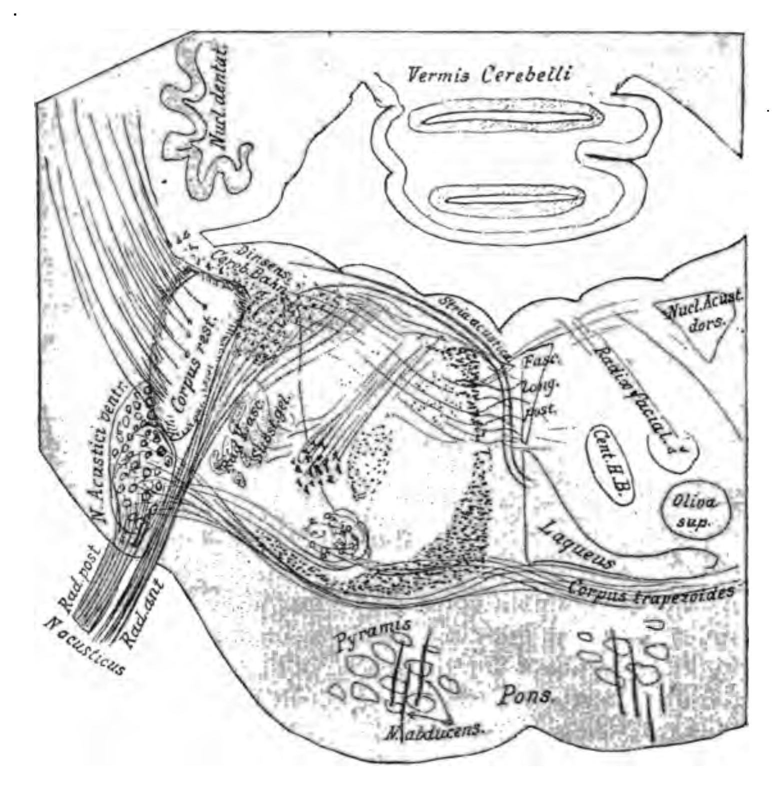


Fig. 122.
Die wichtigsten Elemente, welche ein Schnitt in der Gegend des Acusticusursprunges aufweist.

des Acusticus. Beobachten Sie schon hier, wie er zwischen das Kleinhirn und das Corpus restiforme eingeschaltet ist. Die Hervorragung ventral von ihm, an der Aussenseite der Oblongata, heisst Tuberculum acusticum.

Aufwärts schreitend sind wir jetzt an der Stelle angekommen, wo sich die ersten Brückenfasern aus dem Cerebellum über die Pyramiden an der ventralen Seite der Schnitte hinlegen.

Nun beginnt eine Gegend, in der auf verhältnissmässig sehr engem Raum sich wichtige Formverhältnisse zusammengedrängt finden, die Gegend, in der der Acusticus, der Facialis und der Abducens entspringen.

Auf dem Fig. 122 dargestellten Schnitt erkennen Sie, dass aus dem eben erwähnten ventralen Acusticuskern eine feinfaserige Wurzel, die Radix posterior Acustici entspringt. Sie sehen aber, dass aus eben diesem Kerne eine weitere Bahn sich nach innen begiebt und zum Theil die Mittellinie überschreitet, zum Theil schon in der gleichnamigen Seite in einem kleinen rundlichen Ganglion, der Oliva superior, endet. Diese letzteren Fasern müssen, dorsal von der Brücke gelegen, die Schleifenschicht durchqueren. Bei Thieren, deren Brücke viel kürzer als die des Menschen ist, sieht man sie als viereckiges Markfeld an der ventralen Seite der Oblongata über die Pyramiden hinwegziehen. Das Feld und mit ihm die Fasern haben den Namen Corpus trapezoides erhalten.

Im Corpus trapezoides verlaufen Fasern, welche den ventralen Acusticuskern mit der oberen Olive der gleichen und mit derjenigen der anderen Seite verbinden. Erst auf der nächsten Abbildung wird das ganz deutlich werden.



Fig. 123.
Medulla oblongata und Pons eines Affen, zur Demonstration des Corpus trapezoides *ct.*

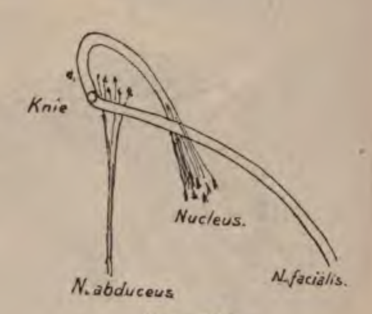


Fig. 124.
Schema des centralen Verlaufes des N. facialis und des N. abducens.

Nach innen von dem Corpus restiforme, das hier bereits sich dem Cerebellum zuzuwenden beginnt, liegt nun in ganzer Breite der zweite Hauptkern des Acusticus, der dorsale Kern. Er ist durchzogen von den Fasern der directen sensorischen Cerebellumbahn, deren einige hier in den Hörnerven abbiegen. Ventralwärts sendet er eine starkfaserige Hörnervenwurzel aus, die vordere. Auch dieser Kern steht in Verbindung mit der oberen Olive. Möglicherweise stammen aber die betreffenden Fasern nicht aus dem Kern selbst, sondern durchziehen ihn nur, indem sie aus dem Cerebellum herabsteigen. Der Nachweis einer Verbindung der oberen Olive mit dem Cerebellum ist an Katzen leicht zu erbringen.

Aus der Raphe sieht man beim erwachsenen Menschen massenhaft Fasern groben Calibers auftauchen, die sich nahe dem Boden der Rautengrube kreuzen und nun über diesen Boden weg zu Bündeln gesammelt dahinziehen. Diese, Striae acusticae, welche analog der bereits bekannten centralen sensorischen Bahn verlaufen, gelangen von oben her dann in den dorsalen und, indem sie das Corpus restiforme umgreifen, auch in den ventralen Acusticuskern (Fig. 121 und 122).

Monakow sah die Striae atrophiren, als er hoch oben an den Vierhügeln die gekreuzte Schleife zerstörte. Dies und ihr Verhalten bei niederen Wirbelthieren gestatteten die Deutung der Striae als centrale sensorische Acusticusbahn.

In dieser Höhe ist kein Kern mehr neu aufgetreten, nur der Facialiskern ist kräftiger geworden. Dem Stamme seiner Wurzel schliessen sich Fäserchen aus der aufsteigenden Trigeminuswurzel an. Das ist vielleicht wichtig, weil wir wissen, dass aus diesem Theile des Trigeminus gerade die sensiblen Fasern für das Gesicht stammen.

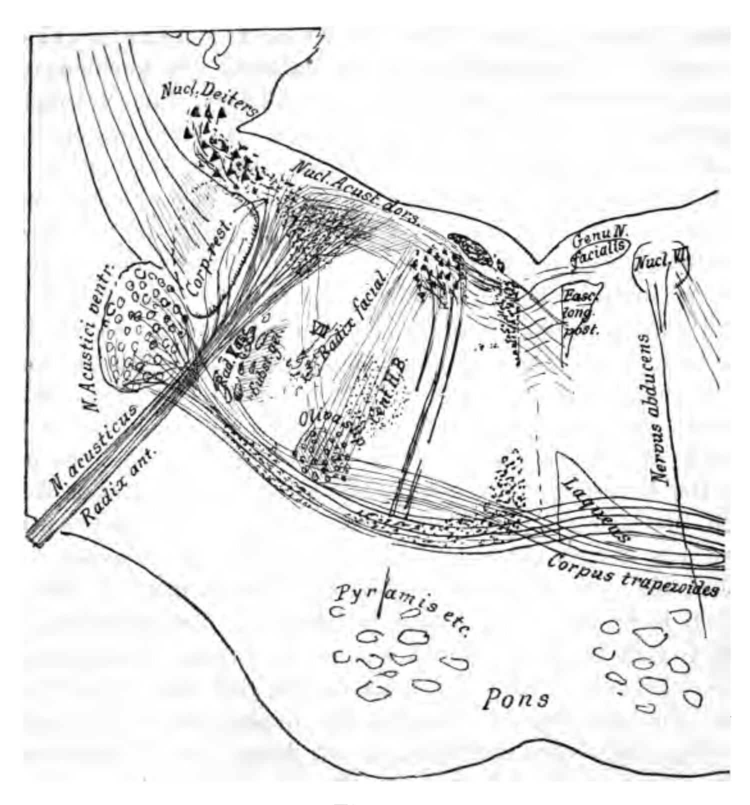


Fig. 125.
Schnitt in der Gegend des Abducensursprunges.

Etwas weiter nach vorn (Fig. 125) haben sich die Facialisfäserchen endlich zum Stamme gesammelt. Dieser gelangt nun aber nicht direct an die Aussenfläche, er zieht vielmehr erst ein Stück hirnwärts und wendet sich erst dann der Basis zu. So macht die Wurzel erst ein Knie mit dem horizontalen und dann ein zweites mit dem absteigenden Aste. In dieses doppelte Knie ist der Kern des Abducens eingebettet (Fig. 124).

Die Wurzeln des Abducens gelangen in mehreren Bündelchen gestreckten Verlaufes, welche die Haube und die Brücke durchsetzen, an der Brückenbasis nach aussen. Der Kern steht nach innen durch Fasern

mit dem hinteren Längsbündel in Verbindung. Es wird behauptet, erscheint mir aber noch nicht genügend bewiesen, dass diese Fasern oben in den gekreuzten Oculomotorius eintreten. Ganz sichergestellt aber ist eine merkwürdige Verbindung des Abducenskernes mit der oberen Olive. Dieser Zug, den Sie auf der Figur 125 parallel der Facialiswurzel dahinziehen sehen, muss den Acusticus in Verbindung mit den Augenbewegungsnerven setzen und ist vielleicht wichtig für die Aufrechterhaltung unserer Orientirung im Raume.

Nach aussen vom dorsalen Acusticuskerne liegt in die dort zum Cerebellum aufstrebende directe sensorische Bahn gebettet ein Kern von noch unbekannter Bedeutung, der früher als äusserer Acusticuskern bezeichnet wurde. Er atrophirt, wenn der Halstheil des Rückenmarkes auf der gleichen Seite durchschnitten wird (Monakow). Eine Verbindung mit dem Hörnerven ist noch nicht sicher erwiesen. So ist es besser, ihn einstweilen mit dem Namen seines Entdeckers, des um die Anatomie der Oblongata hochverdienten Deiters, als Deiters'schen Kern zu bezeichnen.

Die Ursprungsverhältnisse des Acusticus, die lange dunkel waren, sind in den letzten Jahren durch verschiedene Forscher untersucht worden, die nicht alle zu den gleichen Resultaten gelangten, wie sie hier wesentlich auf Grund eigener Untersuchungen vorgetragen werden. Der Verfasser und Freund, welche an menschlichen Früchten untersuchten, kamen zu wesentlich gleichen Resultaten; Bechterew und Flechsig bestreiten, dass die vordere Wurzel aus dem dorsalen Kerne stamme, lassen sie vielmehr von Zellen in der Nachbarschaft des Deiters'schen Kernes heruntersteigen. Der Ursprung der hinteren Wurzel aus dem ventralen Kern wird von allen Seiten zugegeben. Dieser Kern wird auch nach Ausreissung des Hörnerven atrophisch (Forel, Onufrowics, Baginski).

Wollen Sie, ehe wir weiter schreiten, noch einmal die übrigen, im Texte nicht mehr besonders genannten Haubengebilde aufsuchen, um ihre Lage und Gestalt in diesen Höhen kennen zu lernen. Einer, der Nucleus reticularis tegmenti, welcher gleichmässig mit den Fasern der Substantia reticularis über die Gegend zwischen der Raphe und der Facialiswurzel zerstreut liegt, ist in den Abbildungen, um deren Klarheit nicht zu beeinträchtigen, nicht eingezeichnet. Er wäre in allen Höhen, die wir auf Schnitten kennen lernten, zu sehen gewesen.

Die folgende Abbildung (Fig. 126) schliesst sich direct der vorhergehenden an und soll nur zeigen, wie der Facialis sich nach kurzem Verlaufe abwärts wendet, und wie die directe sensorische Kleinhirnbahn jetzt aufwärts in das Cerebellum tritt. In dem letzteren sind in dieser Höhe schon die von vorn kommenden Bindearme zu sehen.

Wenn einmal der Acusticus, der Facialis und der Abducens die Haube verlassen haben, wird das Bild, welches ihr Querschnitt bietet, natürlich wesentlich einfacher.

Wir betreten das Ursprungsgebiet des Nervus trigeminus. Zunächst tritt in der Fortsetzung des Facialiskernes, doch etwas dorsaler, der

motorische Trigeminuskern auf. Aus ihm kommt, wieder in leichtem Knie, die motorische Wurzel, die Portio minor, welche die Kaumuskeln versorgt. Wahrscheinlich gelangen mit ihr auch Fasern heraus, welche aus dem gekreuzten motorischen Kerne stammen und durch die Raphe herübertreten.

Es treten aber mit dem Trigeminus auch Fasern aus der Brücke, welche nicht im motorischen Kerne, sondern hoch oben in der Vierhügelgegend entspringen, wo spärliche Ganglienzellen, seitlich vom Aquaeductus Sylvii (in Fig. 72 links oben) der Radix descendens Nervi trigemini Ursprung geben.

Diese Zellen setzen sich caudalwärts, immer in der Seitenwand, fort, und man kann eine grössere Ansammlung von ihnen durch das dünne Ventrikelependym als dunkle Gruppe vorn, jederseits am Anfang des Ventriculus quartus, durchschimmern sehen. Sie heisst dort Locus coeruleus.

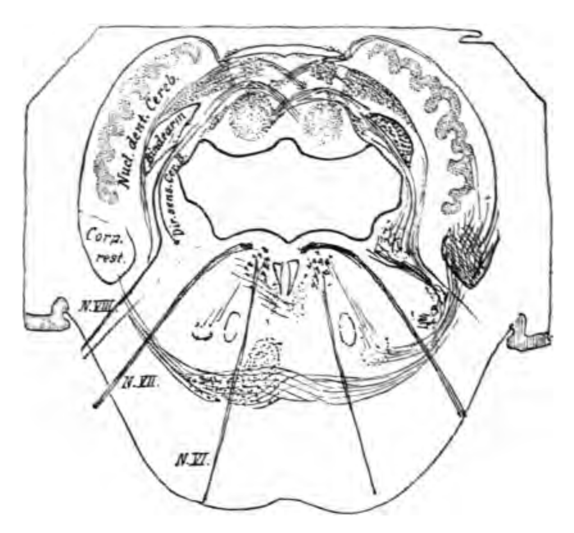


Fig. 126.
Schnitt an der Stelle, wo die innere Abtheilung des Corpus restiforme in das Cerebellum tritt.

Der Haupttheil des Nervus trigeminus, die sensible Portion, entspringt nur zum allerkleinsten Theile in der Brücke; er kommt vielmehr aus allen Höhen vom Halsmarke bis hinauf zur Abgangsstelle des Nerven. Oefters wurde er bislang schon erwähnt als ein dickes, fast im Halbmond gelagertes Bündel markhaltiger Nervenfasern, welches den Kopf des Hinterhornes auf den meisten in den beiden letzten Vorlesungen demonstrirten Schnitten umgab. Nahe dem motorischen Kern biegt der Hauptstamm nach vorn in die Brücke ab und tritt (s. Fig. 113) als Portio major aus ihr heraus. In diese Portio major Trigemini gelangen Fasern von hinten her, nämlich die dort aus dem Cerebellum herabsteigenden Züge der directen sensorischen Bahn. Es sind ihrer nicht viele. Aber bei niederen Wirbelthieren, besonders bei Fischen, bilden gerade diese die Hauptursprungsmasse des Nerven. Die Stelle im Cerebellum, wo sie entspringen, ist ein grosser wirklicher Lappen dieses Hirntheiles.

Schliesslich liegt am cerebralen Ende der Substantia gelatinosa eine Anschwellung derselben, die als sensibler Trigeminuskern aufgefasst wird. Zu ihr gelangen massenhaft quer über den Boden der Rautengrube hinweg Fasern aus der Raphe, und ebensolche ziehen in den Locus coeruleus. Sie entsprechen der centralen Bahn, die wir bisher bei allen Hirnnerven ge-

funden, und es lässt sich auf vergleichend entwicklungsgeschichtlichem Wege nachweisen, dass diese auch beim Menschen noch sehr mächtigen Faserbündel der gekreuzten Schleife entstammen, welche sie möglicherweise so verlassen, dass sie eine kurze Strecke erst als Fasern horizontalen Verlaufes durch die Substantia reticularis dahinziehen.



Fig. 127.
Schnitt an der Stelle, wo die aufsteigende Trigeminuswurzel nach aussen abbiegt. Trigeminuswurzeln.

Die Trigeminuswurzeln lassen sich nicht auf einem einzelnen Schnitte demonstriren. Sie treten ja von vorn und von hinten her zu der Stelle am Boden der Rautengrube, von wo sie sich in die Tiefe zum Austritt wenden.

Vom Abgange des Quintus bis hinauf zum Abgange des Trochlearis bietet die Haube der Brücke einen relativ einfacheren Bau, als wir ihn bisher an ihr erkannt haben.

Schon auf dem Schnitte, den ich Ihnen zuletzt demonstrirte, sahen Sie, dass von der grossen Masse des Cerebellum sich die Bindearme loszulösen begannen. Sie treten nun ganz heraus und legen sich zunächst an die äussere Seite der Haube beiderseits an.

Die Fasern der Schleifenschicht finden wir nun als eine breite Lage, welche die Fussfaserung in der Brücke schon ganz so von der Hauben-

faserung trennt, wie wir es früher an Schnitten durch die weiter vorn liegenden Hirnschenkel erkannt haben.

Man unterscheidet jetzt an der Schleife eine äussere laterale Abtheilung von einer mehr medialen. Schon beginnt die erstere, sich hinauf zu den Vierhügeln zu wenden, und wenig weiter vorn wird ihr die mediale folgen. Da, wo sich die Schleife dorsalwärts wendet, sind ihr Ganglienzellen eingelagert (lateraler Schleifenkern, Obersteiner). Diese Gruppe lässt sich vorwärts bis in den am äusseren Rande der Substantia nigra gelegenen oberen Schleifenkern verfolgen. Die zunächst der Raphe liegenden Schleifenfasern bilden ein gesondertes Bündel. Dasselbe stammt aus der Pyramidengegend des Fusses. Es wurde in der 7. Vorlesung gezeigt, wie

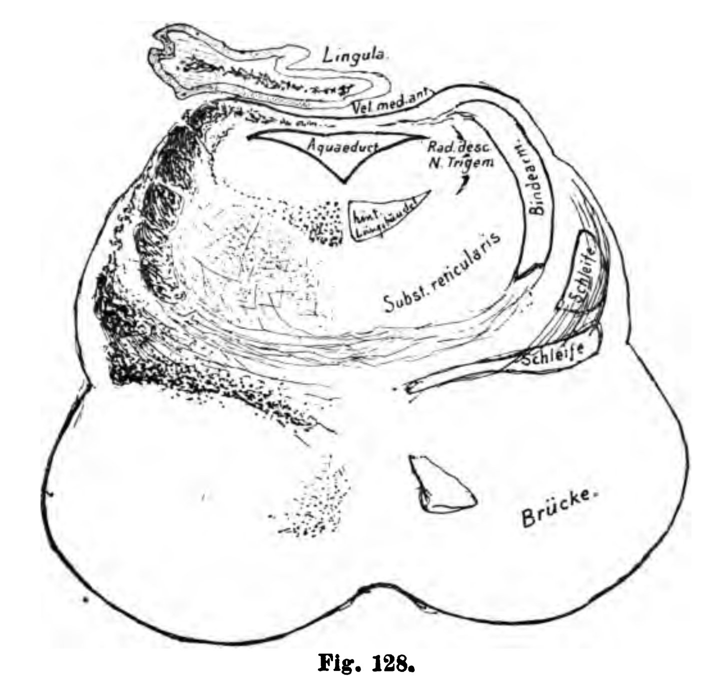


Fig. 128.
Schnitt durch die obere Brückengegend von einem Fötus aus dem neunten Schwangerschaftsmonate.

es sich dort loslöst und den ganzen Fuss des Hirnschenkels nach innen umgreifend an die mediale Seite der Schleife gelangt. Spitzka hat es aus vergleichend anatomischen Gründen sehr wahrscheinlich gemacht, dass dieses Bündelchen die centralen Bahnen für die motorischen Hirnnerven enthält. In der That kann man sich überzeugen, dass aus ihm fortwährend Fasern in die Raphe aufsteigen und sieht am oberen Ende der Raphe Fasern über die Mittellinie hinweg nach den Kernen, des Hypoglossus mindestens, treten.

Wir kommen jetzt allmälig in die Gegend der Brücke, wo das Dach des Hinterhirnes nicht mehr vom Kleinhirn, sondern vom Velum medullare anticum gebildet wird. Dort beginnt der Ventriculus quartus sich zum Aquaeductus Sylvii zu verengern.

Die einzelnen Bestandtheile, welche in dieser Höhe die Haube zusammensetzen, treten sehr deutlich hervor an dem vorstehenden nicht schematisirten Querschnitt durch den obersten Theil der Brücke einer neun Monate alten Frucht. Im Fuss ist zu dieser Zeit nur ein kleines Bündel markhaltig. In der Haube aber sind die Schleifenschicht, dann die Bindearme, das hintere Längsbündel und viele Fasern der Substantia reticularis vollkommen ausgebildet. Die Bindearme gehen oben in das Velum medullare anticum über, auf dem das vordere Ende der Lingula ruht. Unten, über der Schleifenschicht sind schon die hintersten Fasern der Bindearmkreuzung zu sehen.

Die absteigende Trigeminuswurzel liegt zu beiden Seiten des Aquaeductus als dünnes Faserbündelchen. Nach innen von ihr unter dem Boden des Aquaeductus, oder dem vorderen Ende der Rautengrube haben Sie sich die Zellen des Locus coeruleus zu denken, die an dem gezeichneten Präparate nicht ganz deutlich waren. Die Substantia reticularis besteht hier wesentlich aus Längsfasern, welche nicht höher als bis zum Niveau der vorderen Vierhügel zu verfolgen sind. Nahe der Mittellinie liegt beiderseits das hintere Längsbündel.

Von jetzt an ändert sich das Querschnittsbild der Haube bis in die Vierhügelgegend nicht mehr wesentlich. Die Schleife beginnt sich aussen um die Haube herum nach hinten zu schlagen, um das Gebiet unter den Vierhügeln zu erreichen. Sie erinnern sich, dass dieses Aufsteigen von Fasern aus der Schleifengegend schon auf den Querschnitten durch das Mittelhirn zu sehen war. Die Bindearme rücken sich einander näher und kreuzen sich schliesslich weiter oben.

Die Faserung des Fusses und die sie durchflechtenden Züge der Brücke haben Sie bereits früher kennen gelernt. Es erübrigt noch zu sagen, dass in den vorderen Ebenen des Pons sich ein Fasersystem findet, das kurz vor der Geburt markhaltig wird, aus der Brückenfaserung durch die Raphe aufsteigt, und dann seine Züge nach rechts und links in die Substantia reticularis der Haube sendet. Nach Bechterew sollen sie in dem vordersten Theile des Nucleus reticularis enden.

Ganglien ähnlich gebaut wie die Brückenganglien sind dann zu beiden Seiten der Raphe und in dieser selbst bis in die Haube hinein zerstreut.

Zwölfte Vorlesung.

Die Brücke. — Schlussübersicht.

So hätten wir denn, meine Herren, in der letzten Vorlesung den Anschluss an jenen Theil der Haube erreicht, der Ihnen noch von der 8. Vorlesung her bekannt ist.

Wenige Millimeter nach vorn von dem zuletzt geschilderten Querschnitte treten die Fussfasern aus der Brücke hervor, um als Pes pedunculi

frei zum Gehirn zu ziehen. Wir hatten in der Oblongata nur die Pyramiden als einzige Bestandtheile des Fusses kennen gelernt, aus den Ganglien der Brücke aber haben sich nun die mächtigen Züge entwickelt, welche in der medialen und der lateralen Abtheilung des Fusses hinauf zur Rinde des Stirn- und Scheitellappens und zum Temporallappen gelangen.

Nun tritt im Hirnschenkel auch zwischen Fuss und Haube, beide trennend, die Substantia nigra auf.

Die Bindearme der Haube verlieren sich im rothen Kerne, an Stelle des Velum medullare anticum zeigen sich im Dache die Vierhügel.

Die Wiederholung einiger früher gegebenen Abbildungen mag das damals Gesagte und die Art des Ueberganges aus der Brücke in die Vierhügelgegend klarer stellen (Fig. 129—131).



Fig. 129.

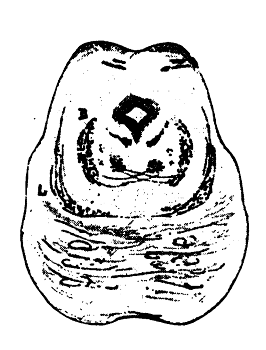


Fig. 130.



Fig. 131.

Drei Schnitte durch die Brücke und die Vierhügelgegend vom Neugeborenen, zur Demonstration des Verlaufes der Bindearme und der Schleifenschicht. Die letztere liegt dicht über den Ponsfasern; die Bindearme *B* (Fig. 129) treten Fig. 130 weiter nach innen, ihre Kreuzung beginnt, die Fig. 131 auf der Höhe ist. Hämatoxylinfärbung.

Die Symptome, welche bei Erkrankungen des Pons und der Oblongata auftreten, sind in ihrer Gruppirung ein guter Prüfstein auf die Richtigkeit der Ihnen vorgelegten anatomischen Verhältnisse.

Auf kleinem Raume sind dort die wichtigsten Bahnen für die Bewegungen der Körpermuskulatur, für die Empfindung, die Sprechmuskulatur, den Schluckakt u. s. w. vereint. Ein Herd braucht da nicht gross zu sein, um gar mancherlei Symptome hervorzurufen.

Die motorischen und sensorischen centralen Bahnen, welche aus der Rinde, aus dem Zwischen- und dem Mittelhirn stammen, durchziehen die Brücke und die Oblongata und geben dort nur die für die Ursprungskerne der Hirnnerven bestimmten Fasern ab.

Da eine Unterbrechung dieser langen Bahnen die gleichen Symptome machen wird, einerlei ob sie schon im Vorderhirn, oder Mittelhirn oder erst im Nachhirn erfolgt, nämlich Anästhesie, resp. Lähmung auf der gekreuzten Seite, so ist es wichtig zu merken, dass man nur dann eine Störung der Gefühls- oder Bewegungsbahn in Pons-Oblongata vermuthen darf, wenn gleichzeitig Symptome vorliegen, welche anzeigen, dass ein einzelner oder mehrere Hirnnervenkerne befallen sind.

Die Atrophie der Muskulatur, welche bei Affectionen der Kerne selbst auftritt (siehe Fig. 68 und Text dort), wird genau studirt werden müssen, wenn es gilt, den Ort und die Ausdehnung einer solchen Affection festzustellen.

Fig. 132, welche die Lage der Nervenkerne auf den Längsschnitt einer Oblongata projicirt darstellt, wird Ihnen diese Aufgabe wohl etwas leichter machen, als die früher demonstrirten Bilder von Querschnitten der Nervenursprünge es vermögen.

Sprech-, Athem-, Schluckbeschwerden werden wahrscheinlich durch einen Herd in der Oblongata, Kaulähmung (motor. Portion des N. trigeminus), Facialislähmung, Abducensaffection, durch einen Brückenherd bedingt sein.

Da jedoch die centralen Fasern zu den Nervenkernen der Oblongata die Brücke passiren, so können auch Schluckstörungen u. s. w. gelegentlich durch dort sitzende Erkrankungen erzeugt werden.

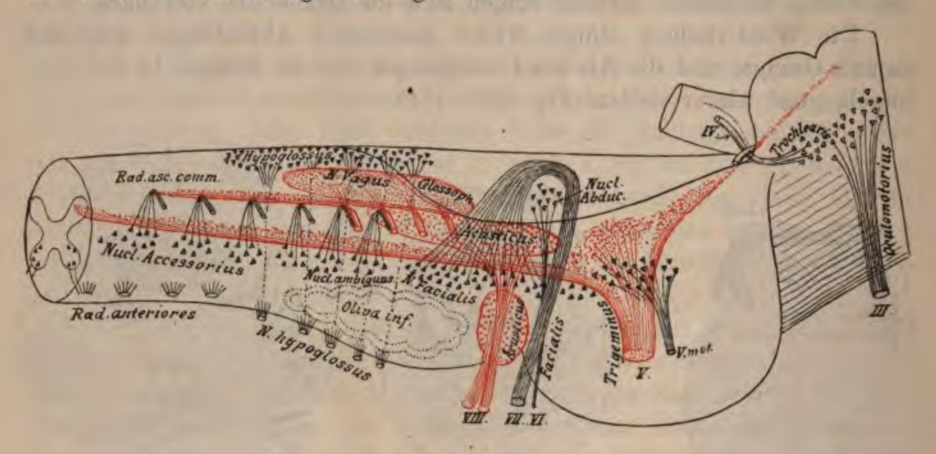


Fig. 132.
Die Lage der Hirnnervenkerne. Die Oblongata und der Pons durchsichtig gedacht.

Die motorischen Bahnen für die Extremitäten liegen vorn ventral in den Pyramiden, sie treten erst sehr viel weiter hinten, gerade vor dem Rückenmark, auf die andere Seite. Die motorischen Fasern für die Hirnnerven aber liegen nahe der Medianlinie, steigen in der Raphe der Haube auf und kreuzen ganz nahe an den Nervenkernen selbst zu diesen hinüber.

Ein Erkrankungsherd in der Brücke wird deshalb in den meisten Fällen zwar die Extremitäten auf der gekreuzten Seite, den Facialis, Abducens oder Trigeminus aber auf der gleichen Seite treffen, wo er selbst sitzt. Das Schema Fig. 133 versucht dieses wichtigste Symptom vieler Pons- und Medullaaffectionen, die gekreuzte Lähmung, Ihrem Gedächtnisse fester einzuprägen, als es das geschriebene Wort vermag. Es stellt die Bahn der motorischen Innervation für den Antlitznerven und für die Extremitätennerven dar. Sie sehen an der Zeichnung, dass ein Herd bei *A* im Grosshirn oder in den Hirnschenkeln rechts den linken Facialis und die linksseitigen Extremitäten lähmen wird, dass aber eine Erkrankung bei *B* im Bereich der Brücke rechts die Extremitäten wohl links, den Facialis aber rechts treffen kann, dass ein solcher Herd die Mittellinie überschreitend eventuell beide Faciales und die Extremitäten einer Seite ausser Gebrauch zu setzen vermag. Sie sehen auch an dem Schema, dass Krankheitsherde in der Brücke (bei *C*) so sitzen können, dass sie halbseitige, nicht alternirende Hemiplegie erzeugen, dass sie also dieselben Symptome machen, wie wenn sie im Grosshirn sässen. Alternirende Lähmungen können, wenn sie nicht durch verschiedene Herde erzeugt werden, überhaupt nur durch Ponsaffectionen oder durch Geschwülste u. dergl. hervorgerufen werden, die vor dem Pons sitzend die Hirnnerven im peripheren Verlauf und die Pyramidenbahnen zerstören. Da ausser dem Facialis noch der Abducens-

kern und der Quintuskern in der Brücke liegen, so können natürlich auch diese an den mannigfachen Modificationen sich betheiligen, die bei Brückenerkrankungen im Bilde der wechselständigen Lähmung eintreten können. Wie sich der Acusticus verhält ist noch unsicher.

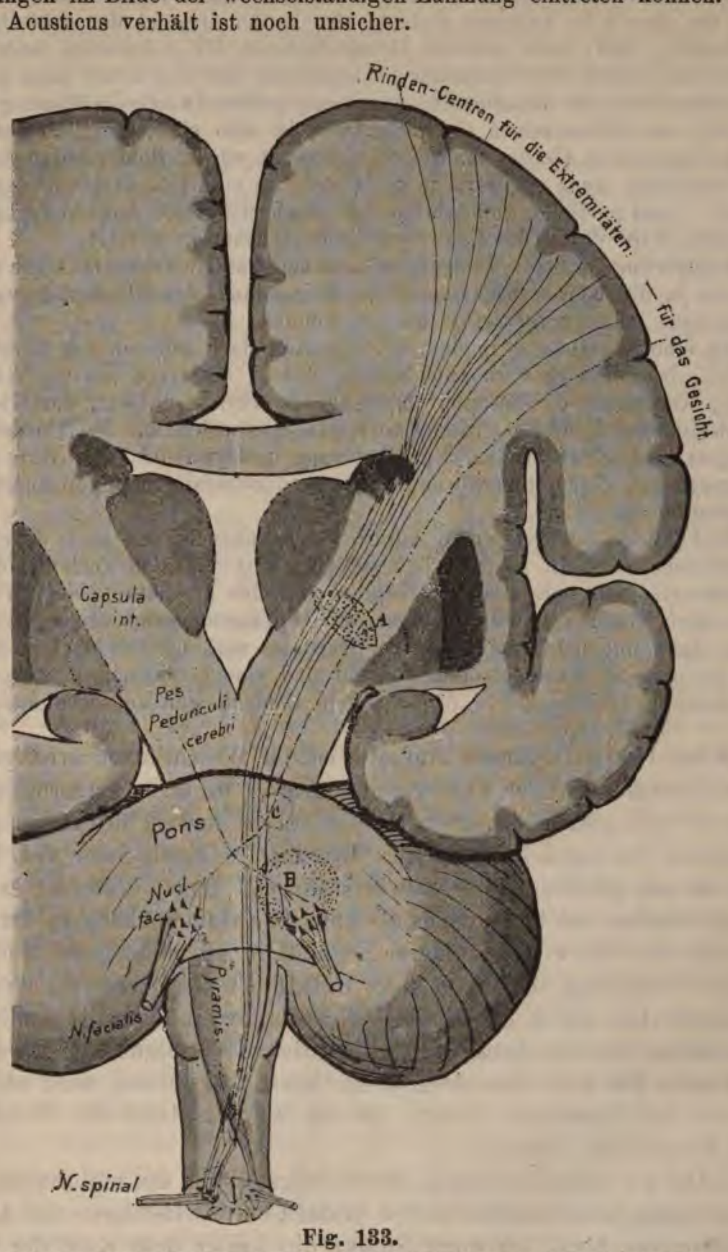


Fig. 133.
Schema der motorischen Innervationsbahn für den Facialis und die Extremitätennerven.
Frontalschnitt durch Grosshirn, Hirnschenkel, Brücke, verlängertes Mark und Rückenmark.

Durch die Brücke verlaufen auch die Fasern zu den Nervenkernen der Oblongata, welche die Muskeln innerviren, die der Rede dienen. Deshalb kommen bei Pons- und bei Oblongataerkrankungen oft trotz vollkommen intactem

Sprachvermögen Sprechstörungen vor. Man bezeichnet sie, je nach dem Grade, als Dysarthrie oder als Anarthrie.

Erkrankungen der Brücke können auch zu Störungen der Sensibilität führen. Wenn die Herde im äusseren Gebiet, also in der Gegend der Schleife, sitzen und einseitig sind, dann entsteht Hemianästhesie der gekreuzten Seite. Doch bleiben fast immer der Geschmack (Trigeminus) und das Gehör ganz verschont, desgleichen wird der Gesichtsssinn nur wenig gestört (Abducenslähmung u. s. w.). Das Bild der intrapontinen Hemianästhesie ist also ein wesentlich anderes als das, welches durch Herde im Grosshirn erzeugt wird. Beiderseitige Anästhesie kann entstehen, wenn ein Herd in der Oblongata median sitzt (Olivenzwischenschicht). Dass partielle, gleichseitige und wechselständige Anästhesie im Gesicht vorkommt, wird durch die Lage des Trigeminuskernes erklärt.

Kaustörungen, Schluckstörungen kommen natürlich ebenfalls zur Beobachtung, da ja die Kerne des motorischen Trigeminus, des Glossopharyngeus, des Hypoglossus leicht mitgetroffen werden können.

Ob eine Erkrankung in dem verlängerten Mark oder in der Brücke ihren Sitz hat, ist oft schwer zu entscheiden. Durch die Lage des motorischen Vagus-, Accessorius-, Glossopharyngeuskernes wird es bedingt, dass Heiserkeit, Stimmlosigkeit, dann Respirationsstörungen wesentlich nur bei Herden in der Oblongata beobachtet werden. Sprechstörungen, Dysarthrie, Anarthrie (Nucleus N. hypoglossi), Circulationsstörungen kommen ebenfalls häufiger durch Oblongataaffection zu Stande.

Fast alle diese Symptome können in seltenen Fällen auch durch Grosshirnaffectionen bedingt sein, da ja Zerstörung des centralen Verlaufes der Hirnnervenfasern ganz wie die des Kernes oder des peripheren Nerven zu Lähmung führt. Lähmung verschiedener von Oblongatanerven versorgter Muskeln ist nur dann mit Sicherheit auf einen Herd im verlängerten Mark zu beziehen, wenn gleichzeitig Muskelatrophie besteht und eine Zerstörung des eigentlichen Nervenstammes nach seinem Abgang vom Centralorgan auszuschliessen ist.

Meine Herren! Unsere Aufgabe ist im Wesentlichen erledigt. Eine grosse Anzahl wichtiger Fasersysteme wurde in ihren Lagerungsverhältnissen zu den grauen centralen Massen studirt und in ihrem Verlauf vom Vorderhirn bis gegen das Ende des Mittelhirnes hinab, oder vom Rückenmark bis zur gleichen Höhe aufwärts verfolgt. Doch erscheint es zweckmässig, einzelne von ihnen nochmals kurz im Zusammenhang zu betrachten; entweder weil sie von besonderer Dignität in physiologischer und pathologischer Beziehung sind, oder auch weil Ihnen die Uebersicht über deren Gesammtverlauf durch die nach der 7. Vorlesung in didaktischem Interesse eingetretene Unterbrechung der continuirlichen Verfolgung erschwert wird.

Lassen Sie sich diese nochmalige kurze Darstellung auch als Führer zu einer Art Repetition dienen, die Sie an der Hand der Abbildungen leicht vornehmen können.

1. Die Pyramidenbahn, die wichtigste Bahn des motorischen Innervationsweges, zieht aus den oberen 2/3 der Centralwindungen und des Paracentrallappens hinab zu einer Stelle, die hinter dem Knie der Capsula interna liegt. Von da gelangt sie in den Hirnschenkelfuss, dessen mittleres Drittel sie einnimmt. Im Pons werden ihre Fasern nur wenig durch Querfasern zerspalten. Wenn sie aus der Brücke auftaucht, liegen ihre Züge als zwei mächtige Bündel der Oblongata ventral an. So zieht sie

hinab zum Rückenmark. Dort tritt der grösste Theil ihrer Fasern hinüber in den Seitenstrang, ein kleinerer (Pyramidenvorderstrang) bleibt auf der gleichen Seite. Beide Faserantheile treten in Beziehung zu den Vorderhornzellen derjenigen Seite, welche dem Pyramidenursprung in der Rinde gegenüber liegt. Aus diesen Zellen entspringen die motorischen Wurzeln. Zu vergl. Figg. 44, 47, 56, 62, 72, 73, 96, 97, 98, 99, 100, 102, 103, 104, 108, 113, 114, 115, 120, 125, 127.

2. Die centrale Bahn der motorischen Hirnnerven ist nur näher bekannt für den Facialis und für den Hypoglossus.

Die Facialisbahn entspringt im Bereich des unteren Drittels der Centralwindungen, wahrscheinlich nur für die unteren Aeste, der Ursprung des Stirnantheiles ist unbekannt (Gyrus angularis?), zieht dann einwärts über den Nucleus lentiformis quer hinweg und liegt schliesslich in der inneren Kapsel der Pyramidenbahn sicher sehr nahe. Jedenfalls lässt sie sich im Hirnschenkelfuss von jener nicht (klinisch) trennen. Ihre Züge verlassen dann wahrscheinlich mit dem mehrfach genannten „Bündel vom Fuss zur Haube" den allgemeinen motorischen Innervationsweg. Sicher sind sie in der Brücke von jenem getrennt (s. Schema Fig. 68). Wie sie an den Kern herantreten ist noch unbekannt. Jedenfalls aber gelangen sie in den gekreuzten Facialiskern, der im caudalen Theil des Pons liegt. Aus diesem entspringt der Nerv. S. Fig. 47, 121, 122, 124. 125, 126, 132.

In dem ventralsten Theile der vorderen Centralwindung liegt wahrscheinlich das Rindengebiet des Hypoglossus. Jedenfalls zieht aus dieser Gegend ein Bündel ventral vom Facialisbündel herab, dessen Unterbrechung doppelseitige Hypoglossusstörungen erzeugt. Auf seinem Wege von der Rinde zur Capsula interna zieht es über die obere Kante des Linsenkernes hinweg und muss dicht nach aussen vom Anfang des Nucleus caudatus-Schwanzes der Sprachbahn sehr nahe kommen. In einem von mir beobachteten Falle unterbrach ein Herd, der kaum die Grösse und Dicke eines Fünfpfennigstückes hatte, an dieser Stelle beide Bahnen. In der Capsula liegt die Hypoglossusbahn wahrscheinlich zwischen der des Facialis und der Extremitäten. Innerhalb der Brücke müssen ihre Fasern bereits von der Pyramide gesondert sein, sie ziehen wahrscheinlich aus dem vorhin erwähnten Bündel medial von der Schleife in der Raphe rückwärts und aufwärts. Erst in der Oblongata treten sie zum gekreuzten (und gleichseitigen?) Kerne. Aus diesen entspringt der Nerv. Zu vergl. Figg. 47, 108, 110, 114, 115, 116, 132.

3. Die motorische Sprachbahn. Wir kennen von dieser mit aller Sicherheit erst wenige Punkte; den Ausgangspunkt in der unteren Stirnwindung, den Endpunkt in den Kernen des Facialis und Hypoglossus und zwischen beiden einen Punkt, der nach aussen vom Schwanz des Nucleus caudatus liegt. Wahrscheinlich (Wernicke) zieht die Bahn von der Broca'schen Windung — dritte Stirnwindung — etwas medianwärts und unter der Insel in fast horizontalem Verlaufe dorsal von der Capsula externa dahin. Ihre Fasern gelangen dann in den hinter dem motorischen

Gebiete liegenden Theil der inneren Kapsel und von da jedenfalls in den Hirnschenkelfuss. Innerhalb der Brücke müssen sie sich allmälig aus der Fussfaserung zur Haube hinauf erheben. Von allen den eben erwähnten Punkten aus sind bei Erkrankungen Sprachstörungen beobachtet worden. Siehe Figg. 27, 28.

4. Die Stabkranzfasern zur Brücke entspringen aus der Rinde des Vorderhirns, besonders aus dem Stirn- und Schläfenhinterhauptslappen. Sie ziehen durch die Capsula interna in den Fuss des Hirnschenkels und von da in die Brücke Fig. 56. Dort treten sie entweder direct, oder viel wahrscheinlicher durch interpolirte Ganglienzellen und Plexus über in die mittleren Kleinhirnschenkel oder Brückenarme.

5. Die Haubenfaserung entspringt im Parietallappen möglicherweise in denselben Theilen wie die Pyramidenfaserung und gelangt von da in das hintere Drittel der Capsula interna. In dieser Gegend kommen ihr die Sehstrahlung aus dem Occipitallappen und (klinisch aber noch nicht anatomisch erwiesen) die centrale Acusticusbahn sehr nahe. Ein Theil der Haubenbahn zieht in und durch den Linsenkern, ein anderer gelangt direct in die Schleife. Wahrscheinlich vereinigt sich medial vom Corpus Luys der erste mit diesem zweiten Theil. (Obere Schleife.) Vergl. Figg. 47, 51, 52, 54, 56, 59.

6. Die Hauptmasse der Schleife stammt aus dem tiefen Mark der Vierhügel und aus dem Ganglion des hinteren Vierhügels. Es ist mit grosser Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass sie die centrale Gefühlbahn darstellt oder doch einen guten Theil derselben enthält. Figg. 62, 65, 66, 70, 72.

Die Schleife zieht dann in der Haube des Hirnschenkels, der Brücke und der Oblongata abwärts. Auf diesem Wege giebt sie Fasern ab zu den gekreuzten Kernen des Trigeminus, Acusticus, Glossopharyngeus und Vagus. Figg. 127, 126, 125, 122, 121.

Im verlängerten Marke zweigt sich ein grosser Theil der Faserung ab, zieht über die Mittellinie weg dorsalwärts und tritt dann in die Kerne der Hinterstränge ein (Fibrae arciformes internae). Figg. 120, 117, 115, 114, 111, 110, 109.

Aus den Hinterstrangkernen ziehen die Fasern der Hinterstränge caudalwärts. Von ihnen gehen für jede Rückenmarkswurzel der entsprechenden Seite einige Fäserchen ab, die direct mit der Wurzel hinausgelangen und mit ihr in den Zellen des Spinalganglions enden. Aus den Zellen entspringt der sensible Nerv.

Was nach der Abgabe der Fasern zu den Hinterstrangkernen von der Schleife noch übrig bleibt, gelangt in den Vorder- und Seitensträngen des Rückenmarkes abwärts. Von diesen Fasern ziehen nun für jeden sensiblen Rückenmarksnerven Antheile in die graue Substanz, durchqueren dieselbe und senken sich in das gekreuzte Hinterhorn ein. In dem zellerfüllten Netzwerke dort verlieren sie sich; aus dem Netzwerk aber entspringen eine grosse Anzahl von sensiblen Wurzelfasern. Alle diese enden zunächst in den Zellen der Spinalganglien und aus diesen erst entspringen die sensiblen Nerven. S. Fig. 102, 100, 88.

So verbinden sich also sämmtliche Fasern der Schleifenschicht mit Kernen, welche auf der Seite liegen, welche der Schleife gekreuzt ist. Nur findet für einen Theil die Kreuzung schon in der Oblongata, für einen anderen erst im Rückenmarke statt. Aus den Kernen entspringen immer die Fasern der Hinterwurzel.

Sie haben gesehen, dass der motorische Nerv sich direct mit der Zelle des Vorderhornes verbindet und haben erfahren, dass aus dem Vorderhorne eine centrale Bahn, die Pyramide, theils direct, theils gekreuzt entspringt. Die directe Bahn (Pyramidenseitenstrangbahn) tritt oben in der Oblongata auf die andere Seite und vereinigt sich so mit derjenigen, welche schon unten im Rückenmarke kreuzte. Beide zusammen liegen dann als Pyramide in der Oblongata vereint.

Auch für den sensiblen Nerven kennen wir nun einen ganz analogen centralen Verlauf. Er tritt zunächst in seinen Kern, in das Spinalganglion. Aus dem Kerne entwickelt sich eine ungekreuzte Bahn, die Hinterstränge. Diese tritt oben in der Oblongata auf die andere Seite. Vorher aber muss sie, was bei dem motorischen Nerven nicht der Fall, einen Kern (Hinterstrangkern) durchlaufen. Ferner entwickelt sich aus dem Spinalganglion eine Bahn, die gleich nach ihrem Eintritt in das Rückenmark kreuzt, aber auch sie muss erst durch den noch unverstandenen Mechanismus des Hinterhornes hindurch.

In der Art, wie der motorische und wie der sensible Nerv sich mit ihrer centralen Fortsetzung zum Gehirne verbinden, besteht also ein wesentlicher und wohl charakteristischer Unterschied.

Die Verbindung ist immer eine gekreuzte, aber bei dem sensiblen Nerven schaltet sich zwischen den hier ausserhalb des Rückenmarkes liegenden Kern und die centrale Bahn ein weiterer im Marke selbst liegender Apparat ein, beim motorischen wird dergleichen nicht beobachtet. Sein Ursprungskern liegt schon im Marke selbst.

7. Der centrale Verlauf des Nervus trigeminus von der Rinde bis zu der Kapsel ist noch unbekannt. In der Kapsel müssen, den pathologischen Erfahrungen gemäss, seine Züge im hinteren Drittel liegen. Von dort muss eine Bahn zu den Kernen gelangen, deren vorderster unter den Vierhügeln in der Seitenwand des Aquäductes liegt, deren mittlerer sich in der Brücke, etwa in der Mitte, befindet, und deren hinterster sich vom Halsmark aufwärts bis zu der Austrittsstelle des Nerven erstreckt. Nahe dem Austritt liegt auch noch der motorische Kern. Die aufsteigende Wurzel enthält, wie die Pathologie zeigt, die Gefühlsnerven für das Gesicht. Zu allen diesen tritt aus der Schleife die centrale Bahn gekreuzt heran. Diese Fasern sind bekannt und wurden in der 11. Vorlesung geschildert. Aus den Trigeminuskernen entspringt die Wurzel, deren sensibler Theil sich gerade wie die hinteren Wurzelfasern des Rückenmarkes in Ganglien (Ganglion Gasseri, ciliare etc.) begiebt. Aus dem Ganglion erst entspringt der Nerv. Zu vergl. Figg. 47, 72, 86, 109, 110, 113, 114, 115, 125, 127, 128, 132.

8. Vom cerebralen Ursprung des Acusticus dürfen wir annehmen, dass er irgendwo im Schläfenlappen liegt, dass von dort eine Verbindung nach dem hintersten Theile der Kapsel gelangt, und dass dann die Acusticusbahn wahrscheinlich in dem Theil der Schleife, welcher aus dem Ganglion des hinteren Vierhügels entspringt, weiter zieht. In der Höhe der Acusticuskerne tritt sie dann als Stria acustica in die gekreuzten Kerne. Von den letzteren kennen wir zwei, den dorsalen, welcher dem Typus der sensorischen Kerne nach Lage und Bau entspricht, und den ventralen, der eine gewisse Aehnlichkeit im Bau mit den Spinalganglien hat. Er kann nach seinen Beziehungen einem solchen vielleicht gleichgesetzt werden. Durch den ventralen Kern steht der Acusticus in Verbindung mit der oberen Olive. Aus dieser gehen Züge zu dem Cerebellum und zu den Kernen der Augenmuskeln, ausserdem wahrscheinlich aufwärts zu weiter vorn gelegenen Hirngebieten. Zu vergl. Figg. 47, 65, 85, 113, 121, 122, 125, 126.

Der Trigeminus sowohl als der Acusticus bekommen einen Faserzuwachs aus dem Cerebellum.

9. Ueber den centralen Verlauf des Vagus im Vorderhirne ist Nichts bekannt. Wenn die mehrerwähnte Stelle im hinteren Theil der Kapsel zerstört wird, treten nicht Vagussymptome auf; Geschmacksstörungen (Glossopharyngeus) kommen vor. Des Verlaufes der Schleifenfasern zu den gekreuzten Kernen des Vagus und Glossopharyngeus wurde gedacht. Auch diese beiden Nerven bekommen wahrscheinlich einen Zug aus dem Cerebellum.

10. Der centrale Verlauf des Opticus wurde schon früher im Zusammenhange dargestellt. Vergl. Figg. 56, 57, 61, 62, 66, 70.

Ich erinnere Sie nochmals daran, dass dieser Nerv aus dem Pulvinar thalami, dem Corpus geniculatum laterale, dem Tuber cinereum und, in seiner Hauptmasse, aus den Vierhügeln entspringt. Zu allen diesen Ursprungspunkten gelangen Fasern aus der im Occipitallappen beginnenden Sehstrahlung. Diese verläuft an der lateralen Seite des Hinterhornes, zieht also auf ihrem Wege von dem Rindenursprung zu den primären Opticuscentren unter dem unteren Scheitelläppchen dahin. Daher kommt es, dass bei Erkrankungen dieses Läppchens oder bei experimenteller Zerstörung der entsprechenden Stelle bei Thieren Sehstörungen beobachtet werden, die ganz den Charakter von corticalen haben.

Die Fasern des Tractus opticus verlaufen zum Chiasma. Dort tritt ein grösserer Theil auf die andere Seite hinüber, ein kleinerer, der aber bisher nicht zum Bündel gesondert lag, bleibt auf der gleichen Seite. Der Streit, welcher lange um das Chiasma gepflogen wurde, ist in letzter Zeit durch Singer und Münzer endgültig und überzeugend in dem eben vorgetragenen Sinne entschieden worden.

Der Sehtractus muss noch die aus dem Oculomotorius stammenden Pupillarfasern mit sich führen. Es ist noch nicht überzeugend nachgewiesen, wie diese in ihn gelangen.

REGISTER.

Druck von J. B. Hirschfeld in Leipzig.




LANE MEDICAL LIBRARY
To avoid fine, this book should be returned on or before the date last stamped below.

